

Rec'd PCT/PTO 30 DEC 2004

REC'D 15 AUG 2003

WIPO PCT

PCT/JP 03/08029

25.06.03

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2003年 4月17日

出願番号
Application Number: 特願2003-112387
[ST. 10/C]: [JP 2003-112387]

出願人
Applicant(s): トヨタ自動車株式会社

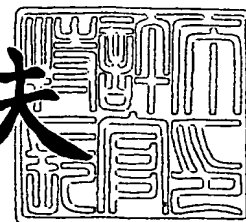
PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

BEST AVAILABLE COPY

2003年 8月 1日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2003-3061569

【書類名】 特許願
【整理番号】 TY1-5485
【提出日】 平成15年 4月17日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H01H 10/48
H02J 7/00
B60L 3/00
G01R 31/36

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 三井 正彦

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 中山 佳行

【特許出願人】

【識別番号】 000003207

【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

【代理人】

【識別番号】 100075258

【弁理士】

【氏名又は名称】 吉田 研二

【電話番号】 0422-21-2340

【選任した代理人】

【識別番号】 100096976

【弁理士】

【氏名又は名称】 石田 純

【電話番号】 0422-21-2340

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2002-204009

【出願日】 平成14年 7月12日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008268

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9710076

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 バッテリー充電状態推定装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 バッテリーの電圧を検出する電圧検出手段と、

バッテリーの内部抵抗を推定する内部抵抗推定手段と、

前記内部抵抗推定手段により求められたバッテリーの内部抵抗と前記バッテリーの電圧とバッテリーの開放電圧とに基づいて、バッテリーの推定充放電電流を演算する推定充放電電流演算手段と、

前記推定充放電電流演算手段により求められた推定充放電電流に基づき、バッテリーの充電状態（以下SOCという）を推定するSOC推定手段と、

前記充放電電流の演算初回時にはバッテリーの実測電圧を前記バッテリーの開放電圧とし、前記演算初回以降は前回推定のSOCに基づき前記バッテリーの開放電圧を演算する開放電圧演算手段と、

を有することを特徴とするバッテリー充電状態推定装置。

【請求項 2】 バッテリーの電圧を検出する電圧検出手段と、

バッテリーの状態からバッテリーの内部抵抗を推定する内部抵抗推定手段と、

前記内部抵抗推定手段により求められたバッテリーの内部抵抗と前記バッテリーの電圧とバッテリーの開放電圧とに基づいて、バッテリーの推定充放電電流を演算する推定充放電電流演算手段と、

前記推定充放電電流演算手段により求められた推定充放電電流に基づき、バッテリーの充電状態を推定する第1SOC推定手段と、

前記充放電電流の演算初回時にはバッテリーの実測電圧を前記バッテリーの開放電圧とし、前記演算初回以降は前回推定のSOCに基づき前記バッテリーの開放電圧を演算する開放電圧演算手段と、

を有することを特徴とするバッテリー充電状態推定装置。

【請求項 3】 請求項 2 に記載のバッテリー充電状態推定装置において、

更に、バッテリーの温度を検出する温度検出手段を有し、

前記内部抵抗推定手段は、バッテリーの温度から内部抵抗を推定することを特徴とするバッテリー充電状態推定装置。

【請求項 4】 請求項 2 又は請求項 3 に記載のバッテリー充電状態推定装置において、

更に、バッテリーの充放電電流を検出する電流検出手段と、

前記電流検出手段により検出されたバッテリーの実測充放電電流と前記電圧検出手段により検出されたバッテリーの電圧とに基づき、バッテリーの内部抵抗を演算する内部抵抗演算手段と、

前記内部抵抗推定手段により推定される推定内部抵抗を、間欠的に前記内部抵抗演算手段により求められた内部抵抗に基づき補正する内部抵抗補正手段と、

を有することを特徴とするバッテリー充電状態推定装置。

【請求項 5】 請求項 3 又は請求項 4 に記載のバッテリー充電状態推定装置において、

前記内部抵抗補正手段は、前記内部抵抗演算手段により求められた内部抵抗と実測バッテリー温度とから、推定内部抵抗とバッテリーの温度との関係を補正することを特徴とするバッテリー充電状態推定装置。

【請求項 6】 バッテリーの充放電電流を検出する電流検出手段と、

バッテリーの電圧を検出する電圧検出手段と、

前記電流検出手段により検出されたバッテリーの実測充放電電流と前記電圧検出手段により検出されたバッテリーの電圧とに基づき、バッテリーの内部抵抗を演算する内部抵抗演算手段と、

前記内部抵抗演算手段により求められたバッテリーの内部抵抗と、前記バッテリーの電圧とバッテリーの開放電圧とに基づいて、バッテリーの推定充放電電流を演算する推定充放電電流演算手段と、

前記推定充放電電流演算手段により求められた推定充放電電流に基づき、バッテリーの充電状態を推定する第 2 SOC 推定手段と、

前記充放電電流の演算初回時にはバッテリーの実測電圧を前記バッテリーの開放電圧とし、前記演算初回以降は前回推定の SOC に基づき前記バッテリーの開放電圧を演算する開放電圧演算手段と、

を有することを特徴とするバッテリー充電状態推定装置。

【請求項 7】 バッテリーの充放電電流を検出する電流検出手段と、

バッテリーの電圧を検出する電圧検出手段と、

バッテリーの状態からバッテリーの内部抵抗を推定する内部抵抗推定手段と、

前記内部抵抗推定手段により求められたバッテリーの内部抵抗と前記バッテリーの電圧とバッテリーの開放電圧とに基づいて、バッテリーの推定充放電電流を演算する第1の推定充放電電流演算手段と、

前記第1の推定充放電電流演算手段により求められた推定充放電電流に基づき、バッテリーの充放電状態を推定する第1SOC推定手段と、

前記電流検出手段により検出されたバッテリーの実測充放電電流と前記電圧検出手段により検出されたバッテリーの電圧とに基づき、バッテリーの内部抵抗を演算する内部抵抗演算手段と、

前記内部抵抗演算手段により求められたバッテリーの内部抵抗と前記バッテリーの電圧とバッテリーの開放電圧とに基づいて、バッテリーの推定充放電電流を演算する第2の推定充放電電流演算手段と、

前記第2の推定充放電電流演算手段により求められた推定充放電電流に基づき、バッテリーの充電状態を推定する第2SOC推定手段と、

前記バッテリーの状態に基づいて前記第1SOC推定手段からのSOCと前記第2SOC推定手段からのSOCとを切り換える切換手段と、

前記充放電電流の演算初回時にはバッテリーの実測電圧を前記バッテリーの開放電圧とし、前記演算初回以降は前回推定のSOCに基づき前記バッテリーの開放電圧を演算する開放電圧演算手段と、

を有することを特徴とするバッテリー充電状態推定装置。

【請求項8】 請求項7に記載のバッテリー充電状態推定装置において、

更に、前記電流検出手段により検出された実測充放電電流値と前記推定充放電電流演算手段により演算された推定充放電電流値とを比較し、両充放電電流値の差が所定差より大きい場合には前記電流検出手段が異常であると判定し、前記差が所定差以下の場合には前記電流検出手段は正常であると判定する異常検出手段を有し、

前記切換手段は、前記異常検出手段において前記電流検出手段が異常であると判定された場合には第1SOC推定手段からのSOCに切り換え、前記異常検出

手段において前記電流検出手段が正常であると判定された場合には第2 SOC 推定手段からの SOC に切り換えることを特徴とするバッテリー充電状態推定装置。

【請求項 9】 請求項 3 または請求項 5 に記載のバッテリー充電状態推定装置において、

前記温度検出手段は、バッテリーの内部あるいはバッテリー表面又は表面近傍に設置されていることを特徴とするバッテリー充電状態推定装置。

【請求項 10】 請求項 1 から請求項 9 のいずれか 1 項に記載のバッテリー充電状態推定装置において、

前記第 1 SOC 推定手段、第 2 SOC 推定手段又は SOC 推定手段の少なくとも一つの手段は、所定時間毎に SOC を推定することを特徴とするバッテリー充電状態推定装置。

【請求項 11】 請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載のバッテリー充電状態推定装置において、

更に、バッテリーの充放電電流を検出する電流検出手段と、

前記 SOC 推定手段又は第 1 SOC 推定手段により推定された SOC と、前記 SOC 推定中の前記電流検出手段により検出されるバッテリーの充放電電流の積算値とに基づき、バッテリーの全容量を求める第 1 のバッテリー全容量算出手段と、

前記第 1 のバッテリー全容量算出手段により得られたバッテリー全容量と、前記電流検出手段により検出されたバッテリーの実測充放電とに基づきバッテリーの充電状態を推定する第 3 SOC 推定手段と、

を有することを特徴とするバッテリー充放電状態推定装置。

【請求項 12】 請求項 4 から請求項 8 のいずれか 1 項に記載のバッテリー充放電状態推定装置において、

更に、前記第 1 SOC 推定手段又は第 2 SOC 推定手段により推定された SOC と、前記 SOC 推定中の前記電流検出手段により検出されたバッテリーの充放電電流の積算値とに基づき、バッテリーの全容量を求める第 2 のバッテリー全容量算出手段と、

前記第 2 のバッテリー全容量算出手段により得られたバッテリー全容量と、前記電流検出手段により検出されたバッテリーの実測充放電電流とに基づきバッテリーの充

電状態を推定する第4 SOC推定手段と、

を有することを特徴とするバッテリーの充放電状態推定装置。

【請求項13】 請求項11又は請求項12に記載のバッテリー充放電状態推定装置において、

前記バッテリー内部の個別セルの各々の残容量を検出する残容量検出手段と、

前記残容量検出手段の各々から得られた前記個別セルの残容量から最低残容量を検出し、前記最低残容量に基づいてバッテリーの残留エネルギー量を算出する残留エネルギー量算出手段と、

を有するバッテリーの充放電状態推定装置。

【請求項14】 請求項1から請求項13のいずれか1項に記載のバッテリー充放電状態推定装置において、

前記推定充放電電流演算手段又は第1の充放電電流演算手段又は第2の充放電電流演算手段は、前記バッテリーの内部抵抗とバッテリーの電圧とバッテリーの開放電圧と更に分極電圧とに基づき、バッテリーの推定充放電電流を算出することを特徴とするバッテリー充放電状態推定装置。

【請求項15】 請求項14に記載のバッテリー充放電状態推定装置において、

前記バッテリーの充放電電流を検出する電流検出手段により検出された実測充放電電流値と、前記推定充放電電流演算手段又は第1、第2の充放電電流手段のいずれかより求められた推定充放電電流値とを比較し、両電流値の差が所定差より大きい場合には前記電流検出手段が異常であると判定し、前記差が所定値以下の場合には前記電流検出手段は正常であると判定する電流検出用異常検出手段を有し、

前記電流検出用異常検出手段において前記電流検出手段が異常であると判定された場合には前記推定充放電電流値に基づいてSOCを推定し、前記電流検出用異常検出手段において前記電流検出手段が正常であると判定された場合には前記実測充放電電流値を用いてSOCを推定することを特徴とするバッテリー充放電状態推定装置。

【請求項16】 請求項14に記載のバッテリー充放電状態推定装置において

、
バッテリーの環境温度に応じて、前記バッテリーの充放電電流を検出する電流検出手段により検出された実測充放電電流値と、前記推定充放電電流演算手段又は第 1、第 2 の充放電電流手段のいずれかより求められた推定充放電電流値とのいずれか一方を選択し、選択された充放電電流値に基づいて SOC を推定することを特徴とするバッテリー充放電状態推定装置。

【請求項 17】 請求項 14 に記載のバッテリー充放電状態推定装置において

、
前記分極電圧を考慮した前記バッテリーの充放電電流が所定値を超えた場合にはバッテリーの充放電を禁止する充放電禁止手段を有することを特徴とするバッテリー充放電状態推定装置。

【請求項 18】 請求項 11 から請求項 17 のいずれか 1 項に記載のバッテリー充放電状態推定装置において、

前記温度検出手段は、バッテリーの内部あるいはバッテリー表面又は表面近傍に設置されていることを特徴とするバッテリー充電状態推定装置。

【請求項 19】 請求項 11 から請求項 18 のいずれか 1 項に記載のバッテリー充電状態推定装置において、

前記第 1 SOC 推定手段、第 2 SOC 推定手段又は SOC 推定手段の少なくとも一つの手段は、所定時間毎に SOC を推定することを特徴とするバッテリー充電状態推定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、車載バッテリーの充電状態を推定するバッテリー充電状態推定装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来より、エンジンによる駆動や回生により発電を行う発電機と、バッテリーからの電力により作動し駆動輪を駆動するモータとを有するハイブリッド電気自動

車やこのハイブリッド自動車を含む電気自動車には、ニッケル水素電池やリチウムイオン電池などのモータ駆動用二次電池（すなわち、バッテリー）が用いられている。

【0003】

上述のバッテリーの充電状態を表す量の一つとしてSOC (state of charge) があり、満充電状態をSOCが100%と表し、一方SOCが0%の場合は充電量がゼロの状態であることを表す。また、バッテリーは、開放電圧VocvとSOCとは一対一の対応関係が成り立っている。そこで、バッテリーの開放電圧Vocvを計測または推定して、Vocv-SOC相関から開放電圧Vocv対応するSOCを求めることができる。

【0004】

また、上述のバッテリーの充電状態（SOC）は、車両の走行状態（例えば、発進、通常走行、加速、減速など）や車両用負荷（ストップランプ、ヘッドランプ、ワイパ、電動ファンなど）によって変動するため、バッテリーの使用中にSOCを推定する必要がある。従来のバッテリーについてのSOC推定装置としては、バッテリーの電流（充放電電流）値を積算し、SOCを推定するSOC推定装置が広く利用されている。

【0005】

例えば、特許文献1には、図14、15に示されるように、バッテリー10の充放電電流を検出する電流センサ16が正常な場合には（S400、S402）、電池ECU34にて検出された充放電電流値を積算してSOCを求め（S404）、一方電流センサ16が異常な場合、充放電電流の積算ではSOCの検出が不可能なため、電圧検出器12が検出したバッテリー電圧に基づき電池ECU34にてバッテリーの充電状態を求める（S406、S407）装置が提案されている。

【0006】

【特許文献1】

特開2000-166105号公報

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記特開 2000-166105 号公報に記載のバッテリー充電状態制御装置では、電流センサが異常の場合には、そのときの電圧センサからのバッテリー電圧に基づいてバッテリー充電状態を求めているが、OCV-SOC の関係の傾きが変化する場合に、求められた SOC 推定精度が低い。

【0008】

また、電流センサの測定値の積算方法による SOC 推定手段において、電流測定値が誤差を含んだ値となった場合やノイズを含む場合には、SOC の推定精度が悪くなるという問題があった。

【0009】

本発明は、上記課題に鑑みなされたものであり、バッテリーの電流値が誤差を含んだ値となった場合や異常な値になった場合においても、SOC 推定の精度を向上させるバッテリー充電状態推定装置を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】

本発明のバッテリー充電状態推定装置は、以下に示す特徴を有する。

【0011】

(1) バッテリーの電圧を検出する電圧検出手段と、バッテリーの内部抵抗を推定する内部抵抗推定手段と、前記内部抵抗推定手段により求められたバッテリーの内部抵抗と前記バッテリーの電圧とバッテリーの開放電圧とに基づいて、バッテリーの推定充放電電流を演算する推定充放電電流演算手段と、前記推定充放電電流演算手段により求められた推定充放電電流に基づき、バッテリーの充放電状態（以下 SOC という）を推定する SOC 推定手段と、前記充放電電流の演算初回時にはバッテリーの実測電圧を前記バッテリーの開放電圧とし、前記演算初回以降は前回推定の SOC に基づき前記バッテリーの開放電圧を演算する開放電圧演算手段と、を有する。

【0012】

上記バッテリー充電状態推定装置は、電流検出手段により検出される測定電流値を積算して SOC を推定するのではなく、バッテリーの内部抵抗を推定し、このバッテリーの推定内部抵抗と、バッテリー電圧と、前回推定の SOC に基づき算出され

たバッテリーの開放電圧とを用いて、バッテリーの推定充放電電流を求め、この推定充放電電流に基づきバッテリーの充電状態を推定するため、電流検出手段により検出された測定電流値が誤差を含んだ値になったり異常な値になった場合でも、精度の高いバッテリーの充電状態を推定することができる。

【0013】

(2) バッテリーの電圧を検出する電圧検出手段と、バッテリーの状態からバッテリーの内部抵抗を推定する内部抵抗推定手段と、前記内部抵抗推定手段により求められたバッテリーの内部抵抗と前記バッテリーの電圧とバッテリーの開放電圧とに基づいて、バッテリーの推定充放電電流を演算する推定充放電電流演算手段と、前記推定充放電電流演算手段により求められた推定充放電電流に基づき、バッテリーの充電状態を推定する第1 SOC推定手段と、前記充放電電流の演算初回時にはバッテリーの実測電圧を前記バッテリーの開放電圧とし、前記演算初回以降は前回推定のSOCに基づき前記バッテリーの開放電圧を演算する開放電圧演算手段と、を有する。

【0014】

上記バッテリー充電状態推定装置は、電流検出手段により検出される測定電流値を用いることなく、バッテリーの状態からバッテリーの内部抵抗を推定し、このバッテリーの推定内部抵抗と、バッテリー電圧と、前回推定のSOCに基づき算出されたバッテリーの開放電圧とを用いて、バッテリーの推定充放電電流を求め、この推定充放電電流に基づきバッテリーの充電状態を推定するため、電流検出手段により検出された測定電流値が誤差を含んだ値になったり異常値になった場合でもこの測定電流値に左右されることなく、精度の高いバッテリーの充電状態を推定することができる。また、高価な電流検出手段を有しない構成とすることにより、バッテリー充電状態推定装置のコストを削減することができる。

【0015】

(3) 上記(2)に記載のバッテリー充電状態推定装置において、更に、バッテリーの温度を検出する温度検出手段を有し、前記内部抵抗推定手段は、バッテリーの温度から内部抵抗を推定する。

【0016】

バッテリーの温度とバッテリーの内部抵抗とは相関関係があることから、例えば予めバッテリーの温度をそのときのバッテリーの内部抵抗とを測定し、相関マップを記憶させておけば、バッテリーの温度からバッテリーの内部抵抗を簡便に求めることができる。

【0017】

(4) 上記(2)または(3)に記載のバッテリー充電状態推定装置において、更に、バッテリーの充放電電流を検出する電流検出手段と、前記電流検出手段により検出されたバッテリーの実測充放電電流と前記電圧検出手段により検出されたバッテリーの電圧とに基づき、バッテリーの内部抵抗を演算する内部抵抗演算手段と、前記内部抵抗推定手段により推定される推定内部抵抗を、間欠的に前記内部抵抗演算手段により求められた内部抵抗に基づき補正する内部抵抗補正手段と、を有する。

【0018】

例えば、経時によりバッテリーの内部抵抗が変化するバッテリーにおいてSOCを推定する場合には、バッテリーの充放電電流とバッテリーの電圧とからバッテリーの内部抵抗を演算し、例えば定期的に、演算された内部抵抗に基づいて推定内部抵抗を補正することにより、バッテリーの経時劣化による推定SOCの誤差増大を抑制することができ、精度よくSOCを推定することができる。

【0019】

(5) 上記(3)または(4)に記載のバッテリー充電状態推定装置において、前記内部抵抗補正手段は、前記内部抵抗演算手段により求められた内部抵抗と実測バッテリー温度とから、推定内部抵抗とバッテリーの温度との関係を補正する。

【0020】

これにより、経時において、バッテリーの温度に対する内部抵抗が変化したとしても、例えば定期的にバッテリー温度とバッテリーの内部抵抗との相関関係を修正更新し、バッテリーのSOC推定の経時精度を向上させることができる。

【0021】

(6) バッテリーの充放電電流を検出する電流検出手段と、バッテリーの電圧を検出する電圧検出手段と、前記電流検出手段により検出されたバッテリーの実測充放

電電流と前記電圧検出手段により検出されたバッテリーの電圧とに基づき、バッテリー内部抵抗を演算する内部抵抗演算手段と、前記内部抵抗演算手段により求められたバッテリーの内部抵抗と前記バッテリーの電圧とバッテリーの開放電圧とに基づいて、バッテリーの推定充放電電流を演算する推定充放電電流演算手段と、前記推定充放電電流演算手段により求められた推定充放電電流に基づき、バッテリーの充電状態を推定する第 2 S O C 推定手段と、前記充放電電流の演算初回時にはバッテリーの実測電圧を前記バッテリーの開放電圧とし、前記演算初回以降は前回推定の S O C に基づき前記バッテリーの開放電圧を演算する開放電圧演算手段と、を有する。

【0 0 2 2】

電流検出手段により検出された実測充放電電流をそのまま積算するのではなく、検出された実測充放電電流と実測電圧とからバッテリーの内部抵抗を演算し、演算されたバッテリーの内部抵抗とバッテリーの実測電圧とバッテリーの開放電圧とからバッテリーの推定充放電電流を演算して、この推定充放電電流を積算し S O C を推定するため、仮に電流検出手段の検出する実測充放電電流に誤差が含まれていたとしても、推定 S O C の精度を悪化させることを抑制することができる。また、経時によりバッテリーの内部抵抗が変化するバッテリーにおいて S O C を推定する場合に、バッテリーの実測充放電電流とバッテリーの実測電圧とからバッテリーの内部抵抗を演算するため、バッテリーの経時劣化による推定 S O C の誤差増大を抑制することができる。従って、上述の装置であれば S O C を精度よく推定することができる。

【0 0 2 3】

(7) バッテリーの充放電電流を検出する電流検出手段と、バッテリーの電圧を検出する電圧検出手段と、バッテリーの状態からバッテリーの内部抵抗を推定する内部抵抗推定手段と、前記内部抵抗推定手段により求められたバッテリーの内部抵抗と前記バッテリーの電圧とバッテリーの開放電圧とに基づいて、バッテリーの推定充放電電流を演算する第 1 の推定充放電電流演算手段と、前記第 1 の推定充放電電流演算手段により求められた推定充放電電流に基づき、バッテリーの充電状態を推定する第 1 S O C 推定手段と、前記電流検出手段により検出されたバッテリーの実測充

放電電流と前記電圧検出手段により検出されたバッテリーの電圧とに基づき、バッテリーの内部抵抗を演算する内部抵抗演算手段と、前記内部抵抗演算手段により求められたバッテリーの内部抵抗と前記バッテリーの電圧とバッテリーの開放電圧とに基づいて、バッテリーの推定充放電電流を演算する第2の推定充放電電流演算手段と、前記第2の推定充放電電流演算手段により求められた推定充放電電流に基づき、バッテリーの充電状態を推定する第2SOC推定手段と、前記バッテリーの状態に基づいて前記第1SOC推定手段からのSOCと前記第2SOC推定手段からのSOCとを切り換える切換手段と、前記充放電電流の演算初回時にはバッテリーの実測電圧を前記バッテリーの開放電圧とし、前記演算初回以降は前回推定のSOCに基づき前記バッテリーの開放電圧を演算する開放電圧演算手段と、を有する。

【0024】

このように、第1SOC推定手段と第2SOC推定手段とを切り換えるため、電流検出手段により検出される実測充放電電流に誤差が含まれたり異常な値になった場合であっても、より精度よくSOCを推定することができる。

【0025】

(8) 上記(7)に記載のバッテリー充電状態推定装置において、更に、前記電流検出手段により検出された実測充放電電流値と前記推定充放電電流演算手段により演算された推定充放電電流値とを比較し、両充放電電流値の差が所定差より大きい場合には前記電流検出手段が異常であると判定し、前記差が所定差以下の場合には前記電流検出手段は正常であると判定する異常検出手段を有し、前記切換手段は、前記異常検出手段において前記電流検出手段が異常であると判定された場合には第1SOC推定手段からのSOCに切り換え、前記異常検出手段において前記電流検出手段が正常であると判定された場合には第2SOC推定手段からのSOCに切り換える。

【0026】

上記異常検出手段において電流検出手段が異常であるか否かを判定することによって、推定充放電電流の演算時に実測充放電電流値を用いるか否かを判断し、第1、第2SOC推定手段のいずれかを選択するため、より精度の高いSOCを推定することができる。

【0027】

(9) 上記(3)又は(5)に記載のバッテリー充電状態推定装置において、前記温度検出手段は、バッテリーの内部あるいはバッテリー表面又は表面近傍に設置されている。

【0028】

一般に、バッテリーの内部抵抗の変化によりバッテリーの温度が変化する。従って、バッテリーの表面近傍又はその表面もしくはバッテリーの内部に温度検出手段を設置することにより、バッテリーの内部抵抗と相関性の高いバッテリー温度を検出することができる。その結果、推定SOCの精度も向上する。

【0029】

(10) 上記(1)から(9)のいずれか1つに記載のバッテリー充電状態推定装置において、前記第1のSOC推定手段、第2のSOC推定手段又はSOC推定手段の少なくとも一つの手段は、所定時間毎にSOCを推定する。

【0030】

所定時間毎にSOC推定を行うことにより、より直近のバッテリーの充電状態を把握することができる。

【0031】

(11) 上記(1)から(3)のいずれか1つに記載のバッテリー充電状態推定装置において、更に、バッテリーの充放電電流を検出する電流検出手段と、前記SOC推定手段又は第1SOC推定手段により推定されたSOCと前記SOC推定中の前記電流検出手段により検出されるバッテリーの充放電電流の積算値とに基づき、バッテリーの全容量を求める第1のバッテリー全容量算出手段と、前記第1のバッテリー全容量算出手段により得られたバッテリー全容量と前記電流検出手段により検出されたバッテリーの実測充放電とに基づきバッテリーの充電状態を推定する第3SOC推定手段と、を有する。

【0032】

一般に、バッテリーの実測電圧値を用い演算して得られたバッテリーの推定充放電電流に基づきSOCを推定する場合には、バッテリーの劣化に伴い容量が変化しても、SOCと開放電圧との関係が変化しないため、正しいSOCを推定すること

は可能ではある。しかし、開放電圧を求める際にバッテリーの分極電圧とその微小変動とを考慮しない場合、分極電圧及びその変動により推定されるバッテリーの推定充放電電流値の精度がやや低下するため、より精度の高い推定は難しい場合がある。一方、従来のようなバッテリーの実測電流値に基づきSOCを推定する場合には、初期SOCが正しく、電流検出手段の精度が高く、かつバッテリーの全容量が常時一定であることにより、初めて精度の高い推定が可能であった。そこで、バッテリーの分極電圧を考慮しない場合であっても、バッテリーの劣化に伴うバッテリー全容量の変化を把握することにより、より精度の高いSOCの推定を行うことができる。

【0033】

(12) 上記(4)から(8)のいずれか1つに記載のバッテリー充放電状態推定装置において、更に、前記第1SOC推定手段又は第2SOC推定手段により推定されたSOCと前記SOC推定中の前記電流検出手段により検出されたバッテリーの充放電電流の積算値とに基づきバッテリーの全容量を求める第2のバッテリー全容量算出手段と、前記第2のバッテリー全容量算出手段により得られたバッテリー全容量と前記電流検出手段により検出されたバッテリーの実測充放電電流とに基づきバッテリーの充電状態を推定する第4SOC推定手段と、を有する。

【0034】

上述同様、上述のような構成によれば、バッテリーの劣化に伴うバッテリー全容量の変化を考慮し、より精度の高いSOCの推定を行うことができる。

【0035】

(13) 上記(11)又は(12)に記載のバッテリー充放電状態推定装置において、前記バッテリー内部の個別セルの各々の残容量を検出する残容量検出手段と、前記残容量検出手段の各々から得られた前記個別セルの残容量から最低残容量を検出し前記最低残容量に基づいてバッテリーの残留エネルギー量を算出する残留エネルギー量算出手段と、を有する。

【0036】

上述の構成により、バッテリーが劣化して容量が変化したとしても、バッテリーから取り出せる最小残留エネルギー量を把握することができる。

【0037】

(14) 上記(1)から(13)のいずれか1つに記載のバッテリー充放電状態推定装置において、前記推定充放電電流演算手段又は第1の充放電電流演算手段又は第2の充放電電流演算手段は、前記バッテリーの内部抵抗とバッテリーの電圧とバッテリーの開放電圧と更に分極電圧とに基づき、バッテリーの推定充放電電流を算出する。

【0038】

バッテリーにおける分極電圧を考慮することにより、より精度よいSOCを推定することができる。例えば、バッテリーがリチウム電池の場合には、分極の影響がSOCの推定で影響を及ぼすおそれがあり、特にリチウム電池の場合には上述のバッテリーの推定充放電電流の算出が好ましい。

【0039】

(15) 上記(14)に記載のバッテリー充放電状態推定装置において、前記バッテリーの充放電電流を検出する電流検出手段により検出された実測充放電電流値と、前記推定充放電電流演算手段又は第1、第2の充放電電流手段のいずれかより求められた推定充放電電流値とを比較し、両電流値の差が所定差より大きい場合には前記電流検出手段が異常であると判定し、前記差が所定値以下の場合には前記電流検出手段は正常であると判定する電流検出用異常検出手段を有し、前記電流検出用異常検出手段において前記電流検出手段が異常であると判定された場合には前記推定充放電電流値に基づいてSOCを推定し、前記電流検出用異常検出手段において前記電流検出手段が正常であると判定された場合には前記実測充放電電流値を用いてSOCを推定する。

【0040】

上記電流検出用異常検出手段を用いることにより、電流検出手段の精度判定を行うことができ、更に、より正確な充放電電流値を用い、より精度の高いSOCの推定を行うことができる。

【0041】

(16) 上記(14)に記載のバッテリー充放電状態推定装置において、バッテリーの環境温度に応じて、前記バッテリーの充放電電流を検出する電流検出手段によ

り検出された実測充放電電流値と、前記推定充放電電流演算手段又は第1、第2の充放電電流手段のいずれかより求められた推定充放電電流値とのいずれか一方を選択し、選択された充放電電流値に基づいてSOCを推定する。

【0042】

バッテリーの環境温度の温度領域に応じて、電流検出手段の検出精度が高く実測充放電電流値の精度が高い場合と、上記推定充放電電流値の精度が高い場合とがあり、より精度の高い充放電電流値に基づいてSOCを推定することで、より精度の高いSOCの推定を行うことができる。

【0043】

(17) 上記(14)に記載のバッテリー充放電状態推定装置において、前記分極電圧を考慮した前記バッテリーの充放電電流が所定値を超えた場合にはバッテリーの充放電を禁止する充放電禁止手段を有する。

【0044】

分極電圧を考慮したバッテリーの充放電電流値は、電流センサなどの電流検出手段の常使用域（例えば-120A～120A）より広範囲な領域でも精度よく得られるため、バッテリーの充放電の禁止条件成立の判定に用いることは有用である。

【0045】

(18) 上記(11)から(17)のいずれか1つに記載のバッテリー充放電状態推定装置において、前記温度検出手段は、バッテリーの内部あるいはバッテリー表面又は表面近傍に設置されている。

【0046】

上述したように、バッテリーの内部抵抗と相関性の高いバッテリー温度を検出することにより、推定SOCの精度が向上する。

【0047】

(19) 上記(11)から(18)のいずれか1つに記載のバッテリー充電状態推定装置において、前記第1SOC推定手段、第2SOC推定手段又はSOC推定手段の少なくとも一つの手段は、所定時間毎にSOCを推定する。

【0048】

所定時間ごとにSOC推定を行うことにより、より直近のバッテリーの充放電状態を把握することができる。

【0049】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について、図面に基づいて説明する。

【0050】

実施の形態1.

＜電流検出手段を有する第1の装置例＞

[バッテリー充電状態推定装置の構成]

図1は、本実施の形態のバッテリー充電状態推定装置をハイブリッド電気自動車に適用したシステムの構成を示すブロック図である。バッテリー10は、多数のバッテリーセルを直列接続した組電池であり、例えば、ニッケル水素(Ni-MH)電池、リチウムイオン電池などのセルからなる。

【0051】

バッテリー10の電圧は、電圧検出手段である電圧検出器12で計測され、電池ECU14に供給される。また、この電池ECU14には、バッテリー電流を検出する電流検出手段である電流センサ16も接続されており、検出されたバッテリー電流値が電池ECU14に供給される。また、バッテリー10には、バッテリー温度を検出する温度計26が設けられ、検出されたバッテリー温度の値も電池ECU14に供給される。ここで、温度計26は、バッテリー10の内部あるいはバッテリー10の表面又は表面近傍に配置される。また、バッテリー10と電流センサ16との間には、開電圧測定用のリレー1が設けられ、一方バッテリー10とDC/DCコンバータ32との間にも開電圧測定用のリレー2が設けられている。DC/DCコンバータ32には、12Vバッテリー36を介して車両用負荷38に接続されている。なお、車両用負荷38としては、例えばストップランプ、電動ファン、ブロワ、ヘッドライト、フォグラмп、デフォグガ、ワイパなどが挙げられる。HVECU18は、アクセサリセンサ等18からの信号を受け、さらにエンジン24の出力等の制御するE/GECU28へエンジンの出力指令を出すと共に、E/GECU28からのエンジン出力制御情報を受ける。さらに、HVECU1

8は、モータへトルク指令などをモータECU38に出力するとともに、モータECU38からのモータ制御情報を入力する。また、モータECU38は、インバータ20におけるスイッチング制御を行う。これにより、モータジェネレータ22への入力が決定期間、駆動輪を出力に応じて駆動させることができる。なお、本実施の形態では、電圧検出手段、電流検出手段、温度計がそれぞれ1つずつ配置された構成について説明したが、これに限るものではなく、検出精度を上げるために、電圧検出手段、電流検出手段、温度計はそれぞれ複数個複数箇所、例えば各セル毎に配置されていてもよい。また、図1に示す上記電流検出手段としての電流センサ16が、例えば磁気検出式の電流センサであってもよい。

【0052】

そして、この電池ECU14は、供給されるバッテリー電圧及びバッテリー電流の両方に基づいて、後述する2種類の第1、第2、第3、第4SOC検出手段を有している。そして、電池ECU14は、いずれかのSOC検出手段で検出されたSOCをHVECU18に供給する。

【0053】

このHVECU18は、アクセル開度、ブレーキ踏み込み量、車速などの情報に基づいてトルク指令を決定し、モータジェネレータ22の出力がトルク指令に合致するように制御する。すなわち、HVECU18は、インバータ20におけるスイッチングを制御すると共に、エンジン24の出力を制御する。これによって、モータジェネレータ22への入力が決定期間、モータジェネレータ22の出力がトルク指令に合致したものに制御される。

【0054】

また、バッテリー10は、例えば、車両の走行状態（例えば、発進、通常走行、加速、減速など）や車両用負荷（ストップランプ、ヘッドランプ、ワイパ、電動ファンなど）とバッテリー充電状態とによって充電または放電される。

【0055】

[バッテリー充電状態の推定]

次に、図2を用いて、本発明における第2SOC推定手段の一例の動作について説明する。本実施の形態では、電流センサ16により実測の充放電電流値が誤

差を含む場合における誤差積算による問題を解決するものである。

【0056】

すなわち、IGがONされると、電圧検出器12において、リレー1、リレー2がオンする前に初回バッテリー電圧 V_0 が測定される(S100)。次に、この初回バッテリー電圧 V_0 を開放電圧 V_{OCV1} とする(S102)。次いで、電圧検出器12においてリレー1、リレー2のオン後の負荷状態下での現状のバッテリー電圧 V_n (n は1～ n で0を含まない。以下同様)が、また電流センサ16においてリレー1、リレー2のオン後の負荷状態下での現状のバッテリー充放電電流 i_n が測定される(S104)。そして、バッテリー電圧 V_n と実測のバッテリー電流 i_n に基づき、バッテリー内部抵抗 R_n を求める(S106)。次いで、実測のバッテリー電圧 V_n と、前回推定の充電状態(SOC)に基づき求められたバッテリーの開放電圧 V_{OCVn-1} と、演算により求められたバッテリー内部抵抗 R_n と、を用いて推定充放電電流 I_n を求める(S108)。但し、このS108において、推定充放電電流 I_n の演算の初回時には、上記バッテリーの開放電圧 V_{OCVn-1} としてバッテリーの実測電圧 V_0 を用いる。次いで、推定充放電電流 I_n を積算してSOC $_n$ を推定する(S110)。なお、予め記憶されているSOCと開放電圧 V_{ocv} との相関関係のマップを用いて、求められたSOC $_n$ に基づき V_{OCVn-1} を求め(S112)、この V_{OCVn-1} を基に次回のSOCを推定する。

【0057】

上述した実施の形態1に示す第2SOC推定手段は、図3に示すように、推定充放電電流値の積算によって推定される推定SOCが実際のSOCに収束するため、バッテリー充電状態(SOC)の推定精度が向上する。すなわち、実測電圧 V_m 、内部抵抗 R 、開放電圧 V_{ocv} とすると以下の式(1)が成り立つ。

【数1】

$$\text{電流 } I = (V_m - V_{ocv}) / R \quad \cdots (1)$$

【0058】

ここで、真の電流値を I_{real} とすると、以下の式(2)が成り立つ。

【数2】

$$\text{真の電流値 } I_{real} = (V_m - V_{ocv-real}) / R \quad \cdots (2)$$

【0059】

推定 V_{ocv} が $V_{ocv-real}$ より大きい場合、すなわち $V_{ocv-real} < V_{ocv1}$ のときは、以下の式 (3) が成り立つ。

【数 3】

$$(V_m - V_{ocv1}) / R = I_1 < I_{real} \quad \cdots (3)$$

【0060】

一方、推定 V_{ocv} が $V_{ocv-real}$ より小さい場合、すなわち $V_{ocv-real} > V_{ocv2}$ のときは、以下の式 (4) が成り立つ。

【数 4】

$$(V_m - V_{ocv2}) / R = I_2 > I_{real} \quad \cdots (4)$$

【0061】

以上より、推定 SOC が実際の SOC より大きいときには、図 3 に示すように、常に充放電電流値 I_1 は実際の電流値 I_{real} より小さく見積もられ、一方推定 SOC が実際の SOC より小さいときは、図 3 に示すように、常に電流値 I_2 は実際の電流値 I_{real} より大きく見積もられるので、時間の経過とともに、推定 SOC は実際の SOC に自己収束する。従って、本発明の SOC 推定装置の推定 SOC 精度は向上する。

【0062】

従って、電流センサ 16 の測定充放電電流値が誤差を含んでしまった場合でも、推定 SOC の精度が悪化されることは抑制される。

【0063】

実施の形態 2.

<電流検出手段を有する第 2 の装置例>

[バッテリー充電状態推定装置の構成]

本実施の形態のバッテリー充電状態推定装置は、上記実施の形態 1 と同一の構成を有するため、実施の形態 1 と同一の構成には同一の符号を付し、その説明を省略する。

【0064】

[バッテリー充電状態の推定]

図1の電池ECU14において、本発明における第1SOC推定手段の一例は図4に示すような動作をする。

【0065】

すなわち、IGがONされると、電圧検出器12において、リレー1、リレー2がオンする前に初回バッテリー電圧 V_0 が測定される(S200)。次に、この初回バッテリー電圧 V_0 を開放電圧 V_{OCV1} とする(S202)。次いで、電圧検出器12においてリレー1、リレー2のオン後の負荷状態下での現状のバッテリー電圧 V_n (n は1~ n で0を含まない。以下同様)が、また温度計26において現状のバッテリー温度 T_n が測定される(S204)。ここで、以下に示すSOC $_n$ の推定動作 m が10回行われたか否か判定し(S206)、推定動作 m が10回未満の場合にはその回数を一つインクリメントしたのち(S208)、予め記憶されているバッテリー温度 T とバッテリーの内部抵抗 R との相関関係のマップを用いて、測定されたバッテリー温度 T_n からバッテリー内部抵抗 R_n を推定する(S210)。次いで、実測のバッテリー電圧 V_n と、前回推定の充電状態(SOC)に基づき求められたバッテリーの開放電圧 V_{OCVn-1} と、推定されたバッテリー内部抵抗 R_n と、を用いて推定充放電電流 I_n を求める(S212)。但し、このS212において、推定充放電電流 I_n の演算の初回時には、上記バッテリーの開放電圧 V_{OCVn-1} としてバッテリーの実測電圧 V_0 を用いる。次いで、推定充放電電流 I_n を積算してSOC $_n$ を推定する(S214)。なお、予め記憶されているSOCと開放電圧 V_{ocv} との相関関係のマップを用いて、求められたSOC $_n$ に基づき V_{OCVn-1} を求め(S216)、この V_{OCVn-1} を基に次のSOCを推定する。

【0066】

一方、SOC $_n$ の推定動作 m が10回に達した場合には(S206)、推定動作 m を0にリセットし(S220)、電流センサ16により充放電電流 i_n を測定する(S222)。次いで、バッテリー電圧 V_n と実測の充放電電流 i_n とからバッテリー内部抵抗 R_n を演算し(S224)、更にこのときのバッテリー温度 T_n も測定して、例えば電池の劣化による内部抵抗 R と電離温度 T との関係のズレを補正するため、上述した予め記憶されているバッテリー温度 T とバッテリーの内部抵抗 R との相関関係のマップを補正する(S226)。この補正に基づいて修正更新さ

れた T-R 相関関係のマップを基に S 210 以降の動作を行う。通常、電流センサ 16 の瞬間時に測定される充放電電流 i_n は正しく、したがってこの実測充放電電流 i_n を用いて修正することにより後述するように推定 SOC の精度を維持することができる。

【0067】

ここで、図 4 の S 204 から S 216 の一連の動作は、通常 8 ミリ秒で行われるが、この一連の動作が 1 秒程度の長いものであってもよい。

【0068】

上述の第 1 の SOC 推定手段によれば、基本的に、電流センサ 16 からの充放電電流を用いることなくバッテリーの内部抵抗を推定するため、電流センサ 16 により測定された実測充放電電流値が誤差を含んだ値になった場合や異常な値になった場合でもこの実測の充放電電流値に左右されることなく、精度の高いバッテリーの充電状態を推定することができる。更に、定期的に、演算された内部抵抗に基づいて推定内部抵抗を補正することにより、バッテリーの経時劣化による推定 SOC の誤差増大を抑制することができる。

【0069】

実施の形態 3.

<電流検出手段を用いない第 3 の装置例>

[バッテリー充電状態推定装置の構成]

本実施の形態のバッテリー充電状態推定装置は、上記実施の形態 1, 2 とは電流センサ 16 を有しない点を除き、同一の構成を有するため、実施の形態 1, 2 と同一の構成には同一の符号を付し、その説明を省略する。

【0070】

[バッテリー充電状態の推定]

図 5 の電池 ECU 14 において、本発明の第 1 SOC 推定手段の他の例の動作を図 6 を用いて説明する。

【0071】

すなわち、IG が ON されると、電圧検出器 12 において、リレー 2 がオンする前に初回バッテリー電圧 V_0 が測定される (S 300)。次に、この初回バッテ

り電圧 V_0 を開放電圧 V_{OCV1} とする (S302)。次いで、電圧検出器 12 においてリレー 2 のオン後の負荷状態下での現状のバッテリー電圧 V_n (n は 1 ~ n で 0 を含まない。以下同様) が、また温度計 26 において現状のバッテリー温度 T_n が測定される (S304)。そして、予め記憶されているバッテリー温度 T とバッテリーの内部抵抗 R との相関関係のマップを用いて、測定されたバッテリー温度 T_n からバッテリー内部抵抗 R_n を推定する (S306)。次いで、実測のバッテリー電圧 V_n と、前回推定の充電状態 (SOC) に基づき求められたバッテリーの開放電圧 V_{OCVn-1} と、推定されたバッテリー内部抵抗 R_n と、を用いて推定充放電電流 I_n を求める (S308)。但し、この S308 において、推定充放電電流 I_n の演算の初回時には、上記バッテリーの開放電圧 V_{OCVn-1} としてバッテリーの実測電圧 V_0 を用いる。次いで、推定充放電電流 I_n を積算して SOC_n を推定する (S310)。なお、予め記憶されている SOC と開放電圧 V_{OCV} との相関関係のマップを用いて、求められた SOC_n に基づき V_{OCVn-1} を求め (S312)、この V_{OCVn-1} を基に次回の SOC を推定する。

【0072】

なお、上記第 1 SOC 推定手段は、電流センサ 16 を用いることなく SOC を推定するため、電流センサ 16 がノイズを含む出力のような環境にも、電流センサ 16 の出力に関係なく、精度よく SOC を推定することができる。更に、高価な電流センサを有しない点で、バッテリーの経時におけるバッテリー内部抵抗とバッテリー温度とはほとんど変化しない場合には装置のコストを削減できるため好ましいが、例えばバッテリーの内部抵抗とバッテリー温度との相関関係の経時変化によるマップを複数予め記憶している場合にも有効である。一方、上記実施の形態 2 において説明したように、随時、実測充放電電流 i_n を用いてバッテリー内部抵抗を演算し、更にそのときのバッテリー温度を測定し、この演算バッテリー内部抵抗と実測バッテリー温度とを用いて、上記バッテリー内部抵抗-温度との相関関係マップを補正してもよい (すなわち、図 4 の S206 ~ S210, S220 ~ S226 の工程)。

【0073】

実施の形態 4.

<電流検出手段を有する第4の装置例>

また、別の態様として、図1に示す電池ECU14内に、電流センサ16により検出された実測の充放電電流 i_n と後述する推定充放電電流 I_n とを比較し、両充放電電流 i_n 、 I_n の差の絶対値が所定差より大きい場合には、電流センサ16が異常であると判定し、一方差が所定差以下の場合には電流センサ16が正常であると判定する電流センサ異常判定装置が設けられていてもよい。かかる態様では、図7に示すような第1SOC推定手段および第2のSOC推定手段が切換動作する。

【0074】

すなわち、IGがONされると、電圧検出器12において、リレー1、リレー2がオンする前に初回バッテリー電圧 V_0 が測定される(S100)。次に、この初回バッテリー電圧 V_0 を開放電圧 V_{OCV1} とする(S102)。次いで、電圧検出器12においてリレー1、リレー2のオンの後の負荷状態下での現状のバッテリー電圧 V_n (n は1~ n で0を含まない。以下同様)が、また電流センサ16においてリレー1、リレー2のオン後の負荷状態下での現状のバッテリー充放電電流 i_n が測定される(S104)。そして、バッテリー電圧 V_n と実測のバッテリー電流 i_n に基づき、バッテリー内部抵抗 R_n を求める(S106)。次いで、実測のバッテリー電圧 V_n と、前回推定の充電状態(SOC)に基づき求められたバッテリーの開放電圧 V_{OCVn-1} と、演算により求められたバッテリー内部抵抗 R_n と、を用いて推定充放電電流 I_n を求める(S108)。次いで、実測のバッテリー充放電電流 i_n と推定充放電電流値 I_n とを比較し、両電流値の差が所定差より大きい場合には電流センサ16が異常であると判定されると(S109)、第1SOC推定手段に切換、電圧検出器12において現状のバッテリー電圧 V_n (n は1~ n で0を含まない。以下同様)が、また温度計26において現状のバッテリー温度 T_n が測定される(S304)。そして、予め記憶されているバッテリー温度 T とバッテリーの内部抵抗 R との相関関係のマップを用いて、測定されたバッテリー温度 T_n からバッテリー内部抵抗 R_n を推定する(S306)。次いで、実測のバッテリー電圧 V_n と、前回推定の充電状態(SOC)に基づき求められたバッテリーの開放電圧 V_{OCVn-1} と、推定されたバッテリー内部抵抗 R_n と、を用いて推定充放電電流 I_n を求め

る (S308)。但し、この S308 において、推定充放電電流 I_n の演算の初回時には、上記バッテリーの開放電圧 V_{OCVn-1} としてバッテリーの実測電圧 V_0 を用いる。次いで、推定充放電電流 I_n を積算して SOC_n を推定する (S310)。一方、両電流値の差が所定差以下の場合には、電流センサ 16 は正常であると判定して (S109)、第 2 SOC 推定手段により、推定充放電電流 I_n を積算して SOC_n を推定する (S110)。但し、この S108 において、推定充放電電流 I_n の演算の初回時には、上記バッテリーの開放電圧 V_{OCVn-1} としてバッテリーの実測電圧 V_0 を用いる。なお、予め記憶されている SOC と開放電圧 V_{ocv} との相関関係のマップを用いて、求められた SOC_n に基づき V_{OCVn-1} を求め (S112)、この V_{OCVn-1} を基に次回の SOC を推定する。また、上述の第 1、第 2 SOC 推定手段を切り換えて用いる装置であれば、電流センサ 16 が一時的な異常の場合であっても、電流センサ 16 が異常であると判定されたあと (S109)、上記 S304～S310 から S112 を介して、精度よく SOC が推定される。

【0075】

更に、上述の実施の形態では、実測のバッテリー充放電電流 i_n と推定充放電電流値 I_n とを比較し、両電流値の差が所定差より大きい場合には電流センサ 16 が異常であると判定したが、これに限るものではなく、図 7 の S109 の代わりに、バッテリー充放電電流 i_n の変動が大きくなった場合に、第 2 SOC 推定手段 (S304 から S310) に切り換えてもよい。

【0076】

なお、上述の第 1 SOC 推定手段において、例えばバッテリーの内部抵抗とバッテリー温度との相関関係の経時変化によるマップを複数予め記憶していることが好適である。また、第 1 SOC 推定手段において、上記実施の形態 2 において説明したように、随時、実測充放電電流 i_n を用いてバッテリー内部抵抗を演算し、更にそのときのバッテリー温度を測定し、この演算バッテリー内部抵抗と実測バッテリー温度とを用いて、上記バッテリー内部抵抗－温度との相関関係マップを補正してもよい (すなわち、図 4 の S206～S210、S220～S226 の工程)。

【0077】

また、他の態様として、電流センサ 16 により測定された実測バッテリー充放電電流を積算して SOC を推定する第 3 SOC 推定手段を有し、基本的には第 3 SOC 推定手段を用いて SOC を推定し、電流センサ 16 が異常の場合や測定電流値に誤差を含むようになった場合には（上述の実施の形態 4 の S109 の場合やバッテリー充放電電流の変動が大きい場合を含む）、上述した実施の形態 1 から実施の形態 3 に記載した第 1, 第 2 SOC 推定手段に切換えて SOC を推定してもよい。

【0078】

実施の形態 5.

＜電流検出手段を有する第 5 の装置例＞

[バッテリー充電状態推定装置の構成]

本実施の形態のバッテリー充電状態推定装置は、上記実施の形態 1～4 と同一の構成を有するため、実施の形態 1～4 と同一の構成には同一の符号を付し、その説明を省略する。

【0079】

[バッテリー充電状態の推定]

図 1 の電池 ECU14 において、本発明における第 3 又は第 4 SOC 推定手段の一例は図 8 に示すような動作をする。また、本実施の形態では、図 1 に示す電池 ECU14 内に、バッテリーの容量を随時又は常時算出するバッテリー容量算出装置が設けられている。

【0080】

図 8 に示すように、IG が ON されると、電圧検出器 12 において、リレー 1、リレー 2 がオンする前に初回バッテリー電圧 V_0 が測定される (S100)。次に、この初回バッテリー電圧 V_0 を開放電圧 V_{OCV1} とする (S102)。次いで、電圧検出器 12 においてリレー 1、リレー 2 のオン後の負荷状態下での現状のバッテリー電圧 V_n (n は 1～ n で 0 を含まない。以下同様) が、また電流センサ 16 においてリレー 1、リレー 2 のオン後の負荷状態下での現状のバッテリー充放電電流 i_n が測定される (S104)。そして、バッテリー電圧 V_n と実測のバッテリー電流 i_n に基づき、バッテリー内部抵抗 R_n を求める (S106)。次いで、実測の

バッテリー電圧 V_n と、前回推定の充電状態 (SOC) に基づき求められたバッテリーの開放電圧 $V_{OCV_{n-1}}$ と、演算により求められたバッテリー内部抵抗 R_n と、を用いて推定充放電電流 I_n を求める (S108)。但し、この S108 において、推定充放電電流 I_n の演算の初回時には、上記バッテリーの開放電圧 $V_{OCV_{n-1}}$ としてバッテリーの実測電圧 V_0 を用いる。次いで、推定充放電電流 I_n を積算して SOC_n を推定する (S110)。

【0081】

更に、電池 ECU14 内に設けられたバッテリー全容量算出装置において、SOC_n と実測電流 i_n (単位: mA) の積算値とを用いて、以下に示す式 (5) に基づき、バッテリーの全容量 Ah_n (単位 A/h) を求める (S320)。なお、一例として以下の式 (5) においては、1 秒間における実測電流 i_n の積算値を用いている。

【数5】

$$\begin{aligned} \text{SOC}_n = & (\text{実測電流 } i_n \text{ の積算} / \text{バッテリー全容量 } Ah_n) \\ & \times (100 / 3600) \quad \dots (5) \end{aligned}$$

【0082】

更に、上記の式により、バッテリーの全容量 Ah_n を求め、次の式 (6) を用いて、バッテリー容量測定後の実測電流 i_{n+1} の積算の積算値を基に SOC_{n+1} を求める (S322)。

【数6】

$$\begin{aligned} \text{SOC}_{n+1} = & (\text{実測電流 } i_{n+1} \text{ の積算} / \text{バッテリー全容量 } Ah_n) \\ & \times (100 / 3600) \quad \dots (6) \end{aligned}$$

【0083】

求められた SOC_{n+1} を SOC_n に置き換え (S324)、予め記憶されている SOC と開放電圧 V_{ocv} との相関関係のマップを用いて、求められた SOC_n に基づき $V_{OCV_{n-1}}$ を求め (S112)、この $V_{OCV_{n-1}}$ を基に次回の SOC を推定する。

【0084】

一般に、バッテリーの実測電圧値を用いて演算して得られたバッテリーの推定充放

電電流に基づいてSOCを推定する場合には、バッテリーの劣化に伴う容量の変化があったとしても、SOCと開放電圧との関係に変化がないため、正しいSOCの推定を行うことができるが、開放電圧を求める際に分極電圧及びその微少変動を考慮しない場合には、開放電圧に基づくバッテリーの推定充放電電流値の精度がやや低下してしまい、より精度の高い推定は難しい場合があった。一方、従来のようなバッテリーの実測電流値に基づきSOCを推定する場合には、初期SOCが正しく、電流センサ16の精度が高く、かつバッテリーの全容量が常時一定であるという条件下で初めてより精度の高い推定が可能となる。したがって、上記実施の形態のように、バッテリーの全容量に基づいてSOCを推定することによって、より精度の高いSOCの推定を行うことができる。

【0085】

実施の形態6.

＜バッテリーの残留エネルギー量算出機能を有する第6の装置例＞

[バッテリー充電状態推定装置の構成]

本実施の形態のバッテリー充電状態推定装置は、上記実施の形態1～5の構成に加え、更に、バッテリーの残留エネルギー量を算出する機能を有するものである。

【0086】

[バッテリーの残留エネルギー量の算出]

本実施の形態では、図1のバッテリー10の内部の個別セルの各々の残容量を検出する残容量検出器が設けられており、この残容量検出器からの出力は、電池ECU14に設けられたバッテリーの残留エネルギー量算出装置に送られる。なお、上記残容量検出器は、バッテリー10の内部に設けられていても、またバッテリー10の外部に設けられていてもよい。

【0087】

図9に示すように、IGがONされると、上記残容量検出器がバッテリー10の内部の各個別セルの残容量を検出する(S330)。次いで、電池ECU14内の残量エネルギー量算出装置は、残容量検出器より出力された各個別セルの残容量から最低残容量を検出し(S332)、更に、最低残容量に個別セルの数を乗じて、バッテリーの最小残量エネルギー量を算出する(S334)。

【0088】

これにより、バッテリー10内の各セルが個別に劣化し各々の容量が変化したとしても、バッテリー10から取り出せる最小の残量エネルギー量を把握することができる。

【0089】

実施の形態7.

＜電流検出手段を有する第7の装置例＞

[バッテリー充電状態推定装置の構成]

本実施の形態のバッテリー充電状態推定装置は、上記実施の形態1～5と同一の構成を有するため、実施の形態1～5と同一の構成には同一の符号を付し、その説明を省略する。

【0090】

[バッテリー充電状態の推定]

本実施の形態では、図1の電池ECU14において、以下に示すように分極電圧を考慮した推定充放電電流を行う。

【0091】

図10に示すように、IGがONされると、電圧検出器12において、リレー1、リレー2がオンする前に初回バッテリー電圧 V_0 が測定される(S100)。次に、この初回バッテリー電圧 V_0 を開放電圧 V_{OCV1} とする(S102)。次いで、電圧検出器12においてリレー1、リレー2のオン後の負荷状態下での現状のバッテリー電圧 V_n (n は1～ n で0を含まない。以下同様)が、また電流センサ16においてリレー1、リレー2のオン後の負荷状態下での現状のバッテリー充放電電流 i_n が、またバッテリー10内の電流密度とバッテリーのセル内の電解質又は活物質の導電率に基づいて分極電圧 V_{dyn} が測定される(S344)。そして、バッテリー電圧 V_n と実測のバッテリー電流 i_n に基づき、バッテリー内部抵抗 R_n を求める(S106)。次いで、実測のバッテリー電圧 V_n と、前回推定の充電状態(SOC)に基づき求められたバッテリーの開放電圧 V_{OCVn-1} と、演算により求められたバッテリー内部抵抗 R_n と分極電圧 V_{dyn} と、を用いて推定充放電電流 I_n を求める(S348)。但し、このS348において、推定充放電電流 I_n の演算の

初回時には、上記バッテリーの開放電圧 V_{OCVn-1} としてバッテリーの実測電圧 V_0 を用いる。次いで、推定充放電電流 I_n を積算して SOC_n を推定する (S110)。そして、矢印40を経て、予め記憶されている SOC と開放電圧 V_{ocv} との相関関係のマップを用いて、求められた SOC_n に基づき V_{OCVn-1} を求め (S112)、この V_{OCVn-1} を基に次回の SOC を推定する。

【0092】

なお、上記実施の形態では、図1に示す電流センサ16により測定された実測電流 i_n を用いているが、これに限るものでなく、図5に示す電流センサ16を用いず、電圧検出器12と温度計6を用いて実測の電圧とバッテリー温度とを用いて、図6に示すように、電圧検出器12において現状のバッテリー電圧 V_n 、また温度計26において現状のバッテリー温度 T_n が測定し (S304)、予め記憶されているバッテリー温度 T とバッテリーの内部抵抗 R との相関関係のマップを用いて、測定されたバッテリー温度 T_n からバッテリー内部抵抗 R_n を推定し (S306)、その後、図10に示すように、実測のバッテリー電圧 V_n と、前回推定の充電状態 (SOC) に基づき求められたバッテリーの開放電圧 V_{OCVn-1} と、演算により求められたバッテリー内部抵抗 R_n と分極電圧 V_{dyn} と、を用いて推定充放電電流 I_n を求め (S348)、次いで、推定充放電電流 I_n を積算して SOC_n を推定してもよい (S110)。そして、上述同様、矢印40を経て、予め記憶されている SOC と開放電圧 V_{ocv} との相関関係のマップを用いて、求められた SOC_n に基づき V_{OCVn-1} を求め (S112)、この V_{OCVn-1} を基に次回の SOC を推定してもよい。

【0093】

上述のようにバッテリーの分極電圧を考慮することにより、より精度の高い SOC の推定を行うことができる。特に、リチウム電池の場合には、充放電時の分極の影響が SOC の推定に影響を及ぼすおそれがあり、特にリチウム電池の場合には、上述の構成により $\pm 5\% \sim \pm 10\%$ 程度精度が向上する。

【0094】

更に、上記S110で推定された SOC_n を用いて、上記実施の形態5において説明したように、更に、電池ECU14内に設けられたバッテリー全容量算出装

置において、 SOC_n と実測電流 i_n の積算値とを用いて、上記式 (5) に基づき、バッテリーの全容量 Ah_n を求め (S320)、更に、上記式 (6) を用いて、バッテリー全容量測定後の実測電流 i_{n+1} の積算の積算値を基に SOC_{n+1} を求め (S322)、求められた SOC_{n+1} を SOC_n に置き換え (S324)、矢印50を経て、予め記憶されているSOCと開放電圧 V_{ocv} との相関関係のマップを用いて、求められた SOC_n に基づき $V_{ocv_{n-1}}$ を求め (S112)、この $V_{ocv_{n-1}}$ を基に次回のSOCを推定してもよい。

【0095】

実施の形態8.

<電流検出手段を有する第8の装置例>

[バッテリー充電状態推定装置の構成]

本実施の形態のバッテリー充電状態推定装置は、上記実施の形態1～7と同一の構成を有するため、実施の形態1～7と同一の構成には同一の符号を付し、その説明を省略する。

【0096】

[バッテリー充電状態の推定]

本実施の形態では、図1の電池ECU14において、以下に示すように分極電圧を考慮した推定充放電電流を行うと共に、図1に示す電池ECU14内に、電流センサ16により検出された実測の充放電電流 i_n と後述する推定充放電電流 I_n とを比較し、両充放電電流 i_n 、 I_n の差の絶対値が所定差より大きい場合には、電流センサ16が異常であると判定し、一方差が所定差以下の場合には電流センサ16が正常であると判定する他の電流センサ異常判定装置が設けられていてもよい。かかる態様では、図11に示すようなSOC推定手段を切替える。

【0097】

図11に示すように、IGがONされると、電圧検出器12において、リレー1、リレー2がオンする前に初回バッテリー電圧 V_0 が測定される (S100)。次に、この初回バッテリー電圧 V_0 を開放電圧 V_{ocv1} とする (S102)。次いで、電圧検出器12においてリレー1、リレー2のオン後の負荷状態下での現状のバッテリー電圧 V_n (n は1～ n で0を含まない。以下同様) が、また電流センサ

16においてリレー1, リレー2のオン後の負荷状態下での現状のバッテリー充放電電流 i_n が、またバッテリー10内の電流密度とバッテリーのセル内の電解質又は活物質の導電率に基づいて分極電圧 V_{dyn} が測定される (S344)。そして、バッテリー電圧 V_n と実測のバッテリー電流 i_n に基づき、バッテリー内部抵抗 R_n を求める (S346)。次いで、実測のバッテリー電圧 V_n と、前回推定の充電状態 (SOC)に基づき求められたバッテリーの開放電圧 V_{OCVn-1} と、演算により求められたバッテリー内部抵抗 R_n と分極電圧 V_{dyn} と、を用いて推定充放電電流 I_n を求める (S348)。但し、このS348において、推定充放電電流 I_n の演算の初回時には、上記バッテリーの開放電圧 V_{OCVn-1} としてバッテリーの実測電圧 V_0 を用いる。

【0098】

次いで、実測のバッテリー充放電電流 i_n と推定充放電電流値 I_n とを比較し、両電流値の差の絶対値が所定差より大きい場合には電流センサ16が異常であると判定されると (S305)、推定充放電電流値 I_n を積算してSOC_nを推定する (S354)。一方、両電流値の差の絶対値が所定差以下の場合には、電流センサ16は正常であると判定して (S305)、実測のバッテリー充放電電流 i_n を積算してSOC_nを推定する (S352)。そして、予め記憶されているSOCと開放電圧 V_{ocv} との相関関係のマップを用いて、求められたSOC_nに基づき V_{OCVn-1} を求め (S112)、この V_{OCVn-1} を基に次回のSOCを推定する。

【0099】

なお、上記実施の形態では、図1に示す電流センサ16により測定された実測電流 i_n を用いているが、これに限るものでなく、図5に示す電流センサ16を用いず、電圧検出器12と温度計6を用いて実測の電圧とバッテリー温度とを用いて、図6に示すように、電圧検出器12において現状のバッテリー電圧 V_n 、また温度計26において現状のバッテリー温度 T_n が測定し (S304)、予め記憶されているバッテリー温度 T とバッテリーの内部抵抗 R との相関関係のマップを用いて、測定されたバッテリー温度 T_n からバッテリー内部抵抗 R_n を推定し (S306)、その後、図11に示すように、実測のバッテリー電圧 V_n と、前回推定の充電状態 (SOC)に基づき求められたバッテリーの開放電圧 V_{OCVn-1} と、演算により求め

られたバッテリー内部抵抗 R_n と分極電圧 V_{dyn} と、を用いて推定充放電電流 I_n を求め (S348)、次いで、実測のバッテリー充放電電流 i_n と推定充放電電流値 I_n とを比較し、両電流値の差の絶対値が所定差より大きい場合には電流センサ 16 が異常であると判定されると (S305)、推定充放電電流値 I_n を積算して SOC_n を推定する (S354)。一方、両電流値の差の絶対値が所定差以下の場合には、電流センサ 16 は正常であると判定して (S305)、実測のバッテリー充放電電流 i_n を積算して SOC_n を推定してもよい (S352)。そして、予め記憶されている SOC と開放電圧 V_{ocv} との相関関係のマップを用いて、求められた SOC_n に基づき $V_{ocv_{n-1}}$ を求め (S112)、この $V_{ocv_{n-1}}$ を基に次の SOC を推定してもよい。

【0100】

上記構成により、電流センサ 16 の精度判定を行うことができ、更により正確な充放電電流値を用いて精度のより高い SOC の推定を行うことができる。

【0101】

実施の形態 9.

<電流検出手段を有する第 9 の装置例>

[バッテリー充電状態推定装置の構成]

本実施の形態のバッテリー充電状態推定装置は、上記実施の形態 1～8 と同一の構成を有するため、実施の形態 1～8 と同一の構成には同一の符号を付し、その説明を省略する。

【0102】

[バッテリー充電状態の推定]

本実施の形態では、図 1 の電池 ECU 14 において、以下に示すように分極電圧を考慮した推定充放電電流を行うと共に、図 1 に示す電池 ECU 14 内に、図 12 に示すような、バッテリーの環境温度に応じて SOC 推定手段を切り換える切り換え装置が設けられている。なお、バッテリーの環境温度は、図 1 のバッテリー 10 の外壁近傍又は外気温であってもよい。

【0103】

図 12 に示すように、IG が ON されると、電圧検出器 12 において、リレー

1、リレー 2 がオンする前に初回バッテリー電圧 V_0 が測定される (S 1 0 0)。
次に、この初回バッテリー電圧 V_0 を開放電圧 V_{OCV1} とする (S 1 0 2)。次いで、電圧検出器 1 2 においてリレー 1、リレー 2 のオン後の負荷状態下での現状のバッテリー電圧 V_n (n は 1 ~ n で 0 を含まない。以下同様) が、また電流センサ 1 6 においてリレー 1、リレー 2 のオン後の負荷状態下での現状のバッテリー充放電電流 i_n が、またバッテリー 1 0 内の電流密度とバッテリーのセル内の電解質又は活物質の導電率に基づいて分極電圧 V_{dyn} が、また他の温度計 (図示せず) を用いてバッテリーの環境温度がそれぞれ測定される (S 3 6 4)。

【0104】

次いで、バッテリーの環境温度が極低温域 (例えば、 $-30^{\circ}\text{C} \sim -20^{\circ}\text{C}$) か否か判定し (S 3 6 6)、バッテリーの環境温度が極低温の場合には、実測充放電電流 i_n を積算して SOC_n を推定する (S 3 5 2)。一方、バッテリーの環境温度が極低温域でない場合には、バッテリー電圧 V_n と実測のバッテリー電流 i_n に基づき、バッテリー内部抵抗 R_n を求める (S 3 4 6)。更に、実測のバッテリー電圧 V_n と、前回推定の充電状態 (SOC) に基づき求められたバッテリーの開放電圧 V_{OCVn-1} と、演算により求められたバッテリー内部抵抗 R_n と分極電圧 V_{dyn} と、を用いて推定充放電電流 I_n を求める (S 3 4 8)。但し、この S 3 4 8 において、推定充放電電流 I_n の演算の初回時には、上記バッテリーの開放電圧 V_{OCVn-1} としてバッテリーの実測電圧 V_0 を用いる。次に、推定充放電電流値 I_n を積算して SOC_n を推定する (S 3 5 4)。そして、予め記憶されている SOC と開放電圧 V_{ocv} との相関関係のマップを用いて、バッテリーの環境温度に応じて求められた SOC_n に基づき V_{OCVn-1} を求め (S 1 1 2)、この V_{OCVn-1} を基に次回の SOC を推定する。

【0105】

なお、上記実施の形態では、図 1 に示す電流センサ 1 6 により測定された実測電流 i_n を用いているが、これに限るものでなく、図 5 に示す電流センサ 1 6 を用いず、電圧検出器 1 2 と温度計 6 を用いて実測の電圧とバッテリー温度とを用いて、図 6 に示すように、電圧検出器 1 2 において現状のバッテリー電圧 V_n 、また温度計 2 6 において現状のバッテリー温度 T_n が測定し (S 3 0 4)、予め記憶さ

れているバッテリー温度 T とバッテリーの内部抵抗 R との相関関係のマップを用いて、測定されたバッテリー温度 T_n からバッテリー内部抵抗 R_n を推定し (S306)、バッテリーの環境温度が極低温域でない場合には、図12に示すように、実測のバッテリー電圧 V_n と、前回推定の充電状態 (SOC) に基づき求められたバッテリーの開放電圧 V_{OCVn-1} と、演算により求められたバッテリー内部抵抗 R_n と分極電圧 V_{dyn} と、を用いて推定充放電電流 I_n を求め (S348)、推定充放電電流値 I_n を積算して SOC_n を推定する (S354)。そして、予め記憶されている SOC と開放電圧 V_{ocv} との相関関係のマップを用いて、求められた SOC_n に基づき V_{OCVn-1} を求め (S112)、この V_{OCVn-1} を基に次回の SOC を推定してもよい。

【0106】

バッテリーの環境温度の温度領域に応じて、電流センサ16の検出精度が高い場合と、推定充放電電流値の精度が高い場合とがあり、より精度の高い SOC の推定を行うことができる。例えば、極低温域 (例えば $-30^{\circ}\text{C} \sim -20^{\circ}\text{C}$) の付近では、バッテリーの内部抵抗、分極電圧が大きくなるため、S348における推定充放電電流値の精度が悪くなる可能性がある。かかる場合、極低温領域では電流センサ16からの実測充放電電流 i_n を積算して SOC を推定する方が SOC の精度は高くなる。

【0107】

実施の形態10.

<電流検出手段を有する第10の装置例>

[バッテリー充電状態推定装置の構成]

本実施の形態のバッテリー充電状態推定装置は、上記実施の形態1～9と同一の構成を有するため、実施の形態1～9と同一の構成には同一の符号を付し、その説明を省略する。

【0108】

[バッテリー充電状態の推定]

本実施の形態では、図1の電池 ECU14 において、以下に示すように分極電圧を考慮した推定充放電電流を行うと共に、図1に示す電池 ECU14 内に、後

述する推定充放電電流 I_n の絶対値が所定値を超えているか否かを判定し、推定充放電電流 I_n の絶対値が所定値を超えている場合には、バッテリーの充放電を禁止する充放電禁止装置が設けられていてもよい。

【0109】

図13に示すように、IGがONされると、電圧検出器12において、リレー1、リレー2がオンする前に初回バッテリー電圧 V_0 が測定される (S100)。次に、この初回バッテリー電圧 V_0 を開放電圧 V_{OCV1} とする (S102)。次いで、電圧検出器12においてリレー1、リレー2のオン後の負荷状態下での現状のバッテリー電圧 V_n (n は1～ n で0を含まない。以下同様) が、また電流センサ16においてリレー1、リレー2のオン後の負荷状態下での現状のバッテリー充放電電流 i_n が、またバッテリー10内の電流密度とバッテリーのセル内の電解質又は活物質の導電率に基づいて分極電圧 V_{dyn} が測定される (S344)。そして、バッテリー電圧 V_n と実測のバッテリー電流 i_n に基づき、バッテリー内部抵抗 R_n を求める (S346)。次いで、実測のバッテリー電圧 V_n と、前回推定の充電状態 (SOC) に基づき求められたバッテリーの開放電圧 V_{OCVn-1} と、演算により求められたバッテリー内部抵抗 R_n と分極電圧 V_{dyn} と、を用いて推定充放電電流 I_n を求める (S348)。但し、このS348において、推定充放電電流 I_n の演算の初回時には、上記バッテリーの開放電圧 V_{OCVn-1} としてバッテリーの実測電圧 V_0 を用いる。

【0110】

次いで、推定充放電電流値 I_n の絶対値が所定値より大きいかが判定され (S370)、推定充放電電流値 I_n の絶対値が所定値より大きい場合には、異常電流であるため、バッテリーの充放電を禁止する (S372)。一方、推定充放電電流値 I_n の絶対値が所定値以下の場合には、推定充放電電流値 I_n を積算して SOC_n を推定する (S354)。そして、予め記憶されているSOCと開放電圧 V_{ocv} との相関関係のマップを用いて、求められた SOC_n に基づき V_{OCVn-1} を求め (S112)、この V_{OCVn-1} を基に次のSOCを推定する。

【0111】

なお、上記実施の形態では、図1に示す電流センサ16により測定された実測

電流 i_n を用いているが、これに限るものでなく、図 5 に示す電流センサ 16 を用いず、電圧検出器 12 と温度計 6 を用いて実測の電圧とバッテリー温度とを用いて、図 6 に示すように、電圧検出器 12 において現状のバッテリー電圧 V_n 、また温度計 26 において現状のバッテリー温度 T_n が測定し (S304)、予め記憶されているバッテリー温度 T とバッテリーの内部抵抗 R との相関関係のマップを用いて、測定されたバッテリー温度 T_n からバッテリー内部抵抗 R_n を推定し (S306)、その後、図 13 に示すように、実測のバッテリー電圧 V_n と、前回推定の充電状態 (SOC) に基づき求められたバッテリーの開放電圧 V_{OCVn-1} と、演算により求められたバッテリー内部抵抗 R_n と分極電圧 V_{dyn} と、を用いて推定充放電電流 I_n を求め (S348)、次いで、推定充放電電流値 I_n の絶対値が所定値 (例えば、絶対値で 120 A) より大きいか否かを判定し (S370)、上述同様、大きい場合にはバッテリーの充放電を禁止し (S372)、一方、推定充放電電流値 I_n の絶対値が所定値以下の場合には、推定充放電電流値 I_n を積算して SOC_n を推定し (S354)、予め記憶されている SOC と開放電圧 V_{ocv} との相関関係のマップを用いて、求められた SOC_n に基づき V_{OCVn-1} を求め (S112)、この V_{OCVn-1} を基に次回の SOC を推定してもよい。

【0112】

一般に電流センサの設計上、常使用域 (例えば、-120 A ~ 120 A) を超えると正確な電流値を測定することができない。一方、分極電圧を考慮した上述の推定充放電電流 I_n の方が、上記電流センサ 16 による実測充放電電流 i_n より広範囲な領域で測定可能である。したがって、より広範囲で精度の高い推定充放電電流 I_n が、予め異常電流値として設けられた所定値を超えることを、バッテリーの充放電禁止条件とすることは有効である。

【0113】

また、上記実施の形態 1 ~ 10 のいずれの場合も、所定の時間ごとに SOC を推定することが好ましい。これにより、より直近のバッテリーの充放電状態を把握することができる。

【0114】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、SOC推定精度がよく検出できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態1, 2のバッテリー充電状態推定装置をハイブリッド電気自動車に適用したシステムの構成を示すブロック図である。

【図2】 本発明の実施の形態1の第2のSOC推定手段の動作を説明するフローチャートである。

【図3】 本発明の実施の形態1の第2SOC推定手段により推定されたバッテリーの推定SOCと実際のバッテリーのSOCとの自己収束を説明する図である。

【図4】 本発明の実施の形態2の第1SOC推定手段の一例の動作を説明するフローチャートである。

【図5】 本発明の実施の形態3のバッテリー充電状態推定装置をハイブリッド電気自動車に適用したシステムの構成を示すブロック図である。

【図6】 本発明の実施の形態3の第1SOC推定手段の他の例の動作を説明するフローチャートである。

【図7】 本発明の実施の形態4の第1, 第2のSOC推定手段の切換動作を説明するフローチャートである。

【図8】 本発明の実施の形態5のSOC推定の一例の動作を説明するフローチャートである。

【図9】 本発明の実施の形態6のバッテリーの残量エネルギー量を算出する動作の一例を説明するフローチャートである。

【図10】 本発明の実施の形態7のSOC推定の一例の動作を説明するフローチャートである。

【図11】 本発明の実施の形態8のSOC推定の一例の動作を説明するフローチャートである。

【図12】 本発明の実施の形態9のSOC推定の一例の動作を説明するフローチャートである。

【図13】 本発明の実施の形態10のSOC推定の一例の動作を説明するフローチャートである。

【図 14】 従来のバッテリー充電状態制御装置をハイブリッド電気自動車に適用したシステムの構成を示すブロック図である。

【図 15】 従来のバッテリー充電状態制御装置のSOC推定手段の動作を説明するフローチャートである。

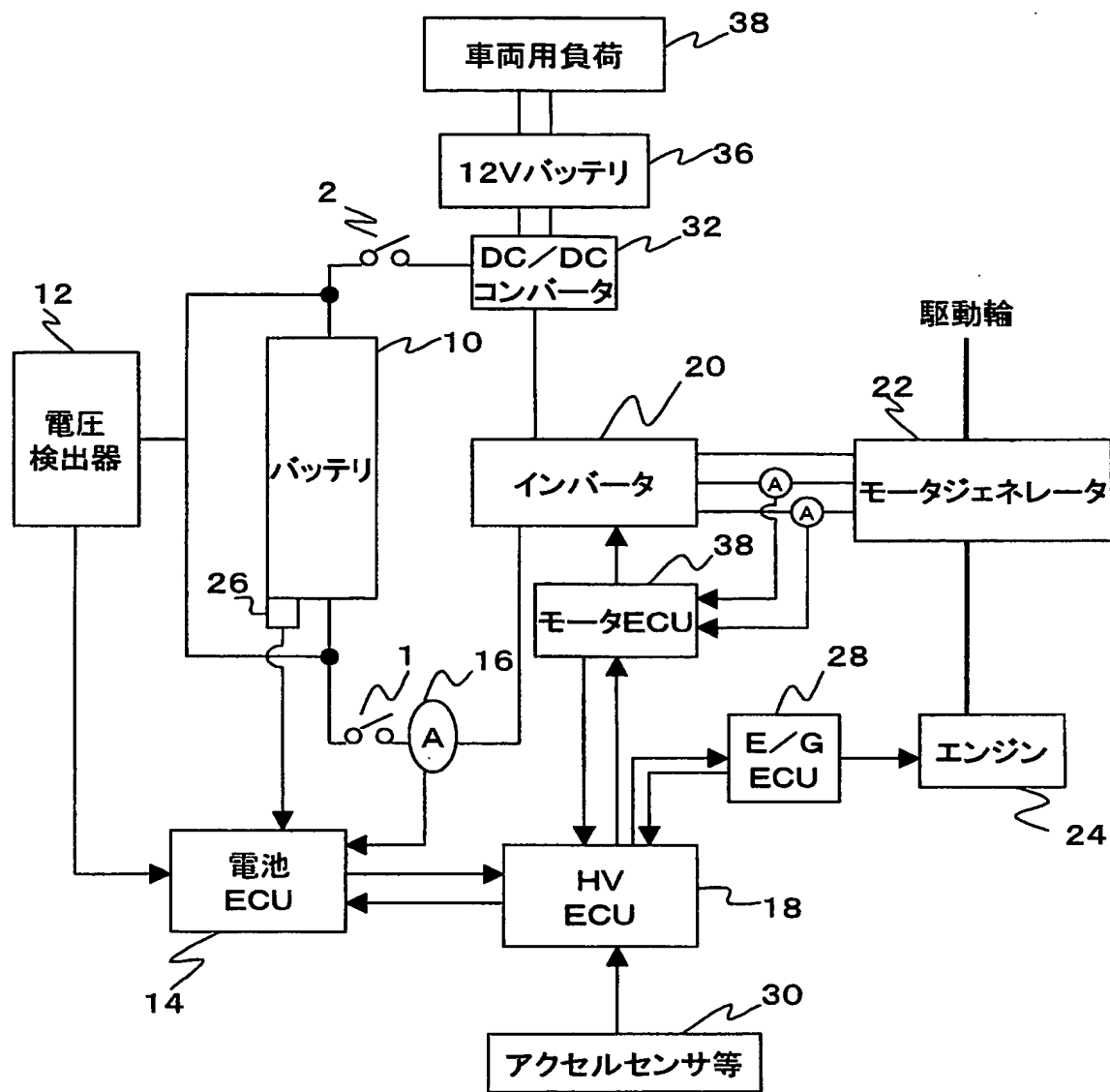
【符号の説明】

10 バッテリー、12 電圧検出器、14 電池ECU、16 電流センサ、18 HVECU、20 インバータ、22 モータジェネレータ、24 エンジン、26 温度計、28 E/GECU、30 アクセルセンサ等、32 DC/DCコンバータ、36 12Vバッテリー、38 車両用負荷、1, 2 リレー。

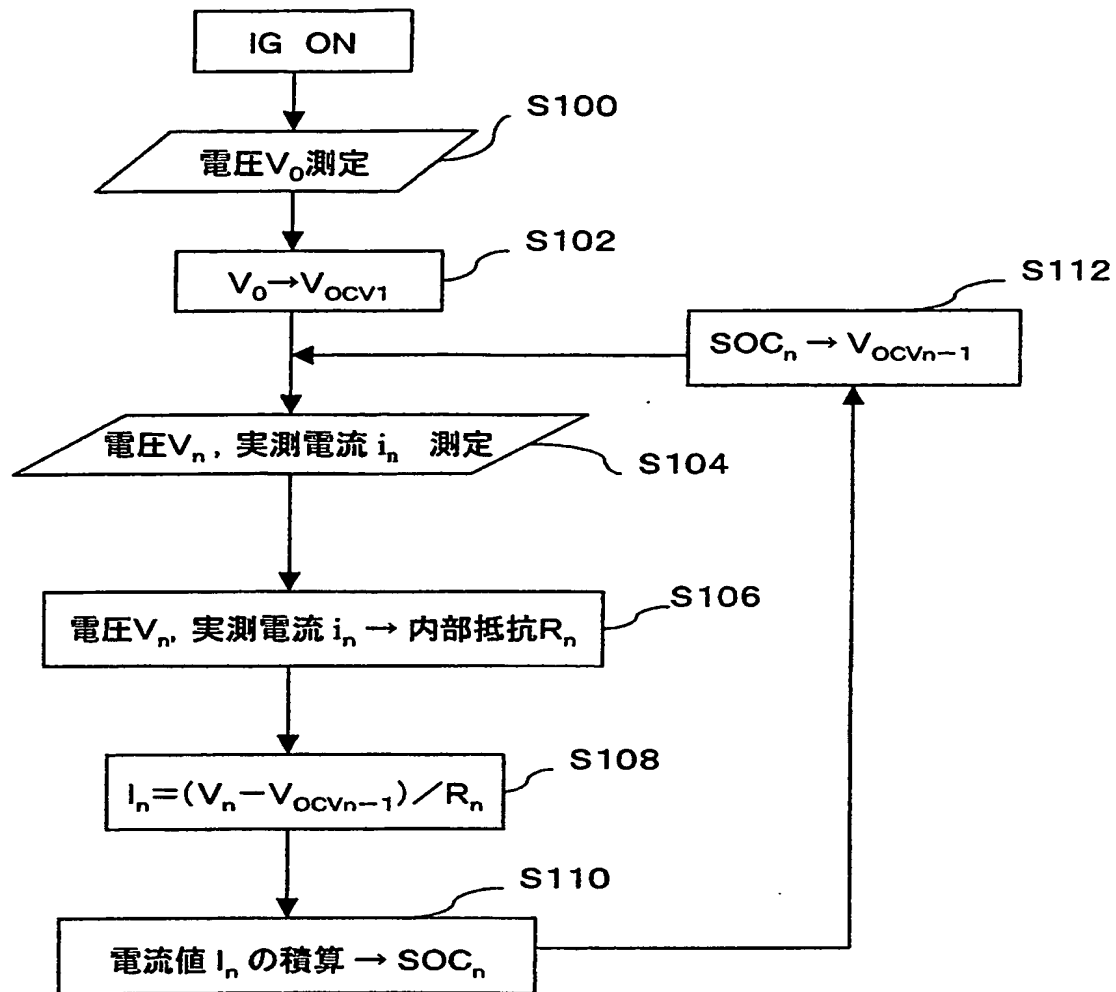
【書類名】

図面

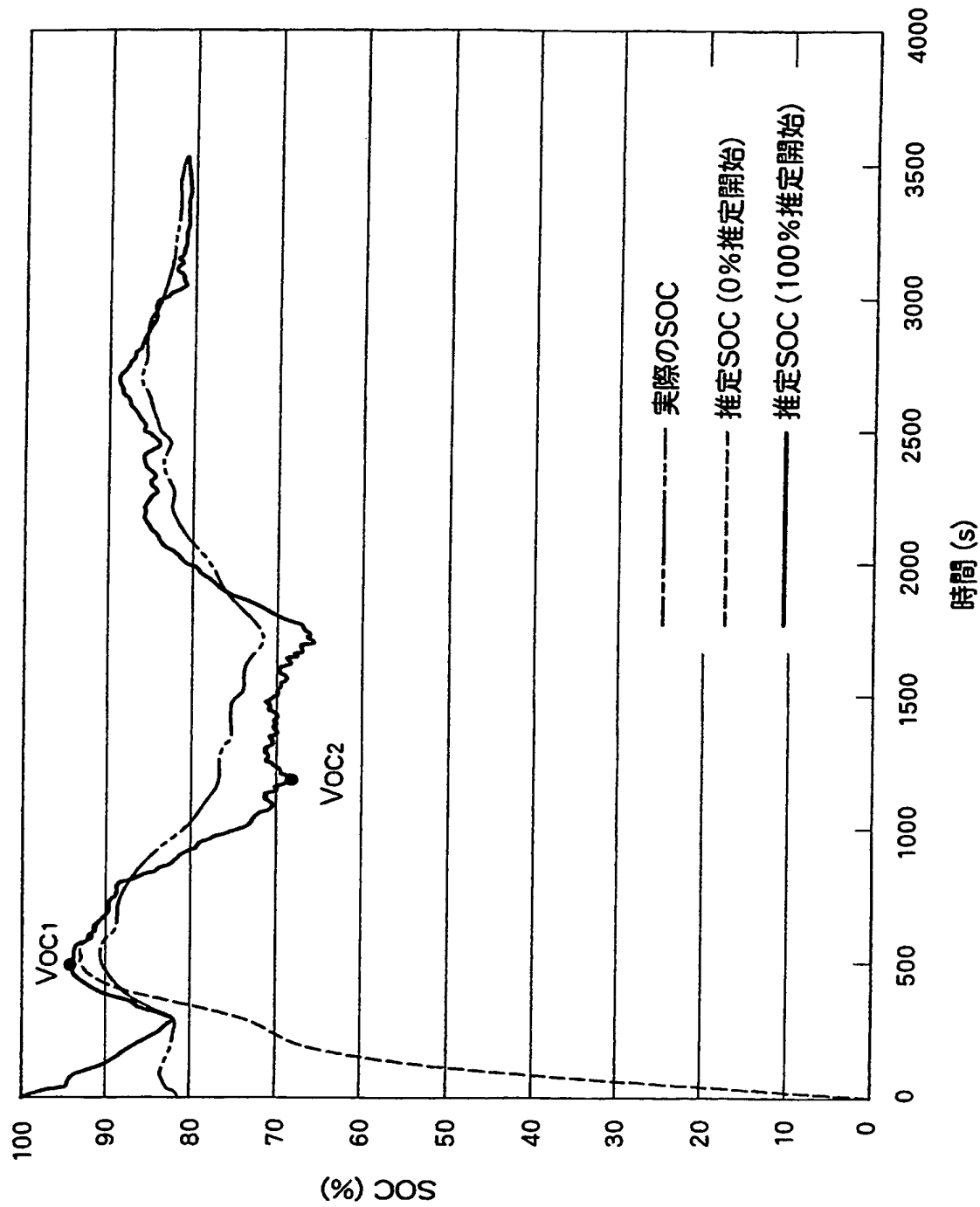
【図 1】



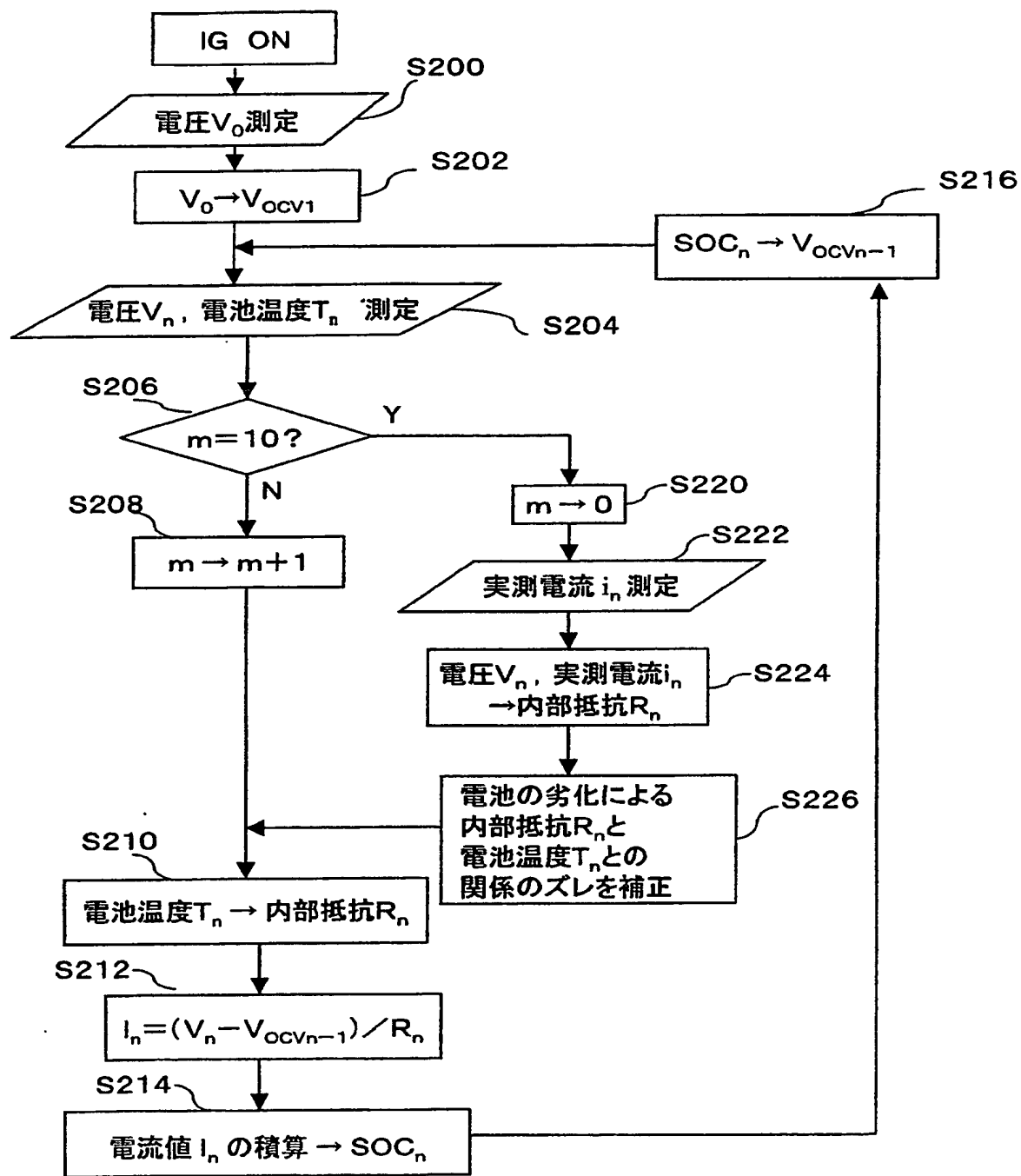
【図 2】



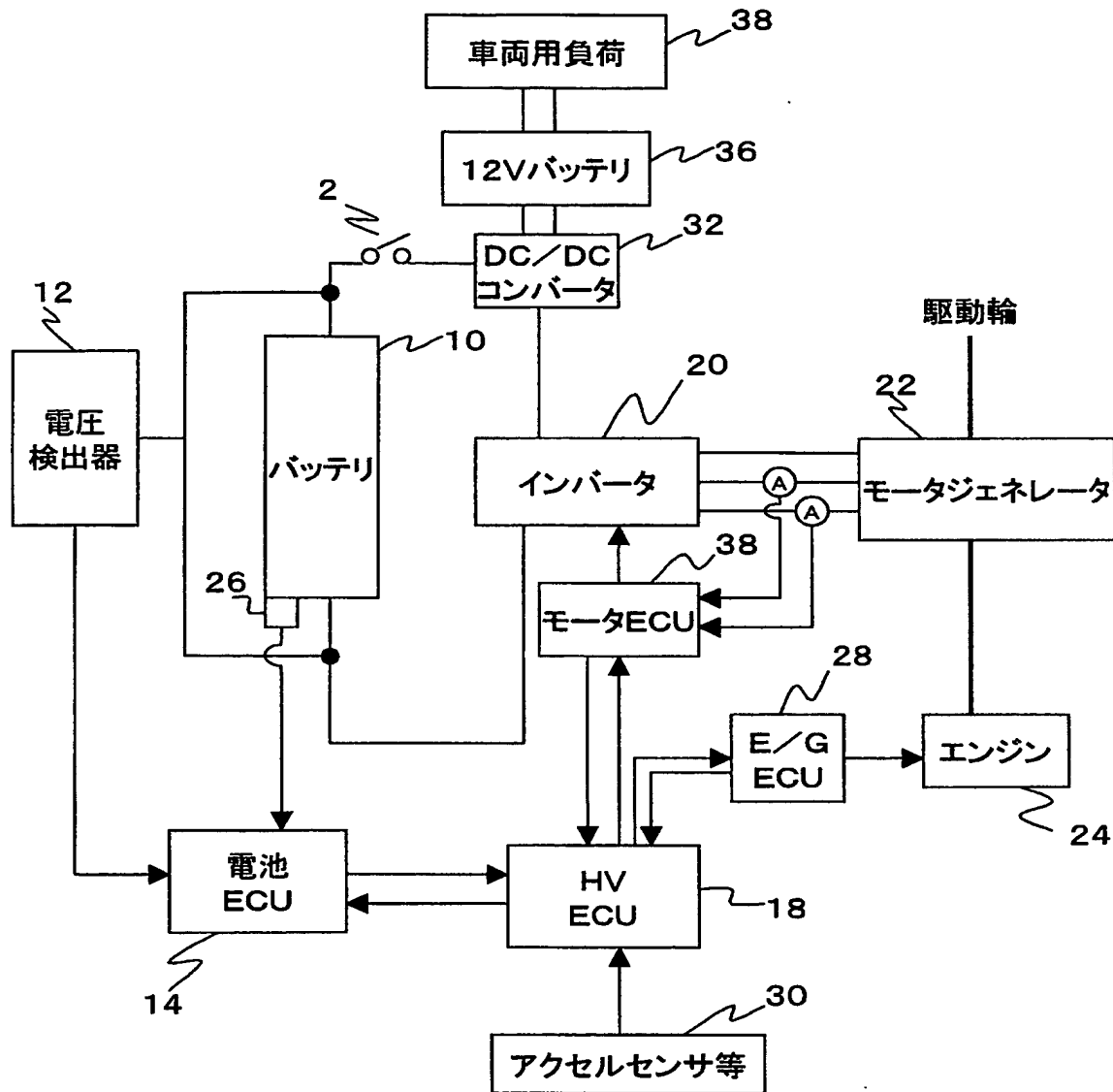
【図 3】



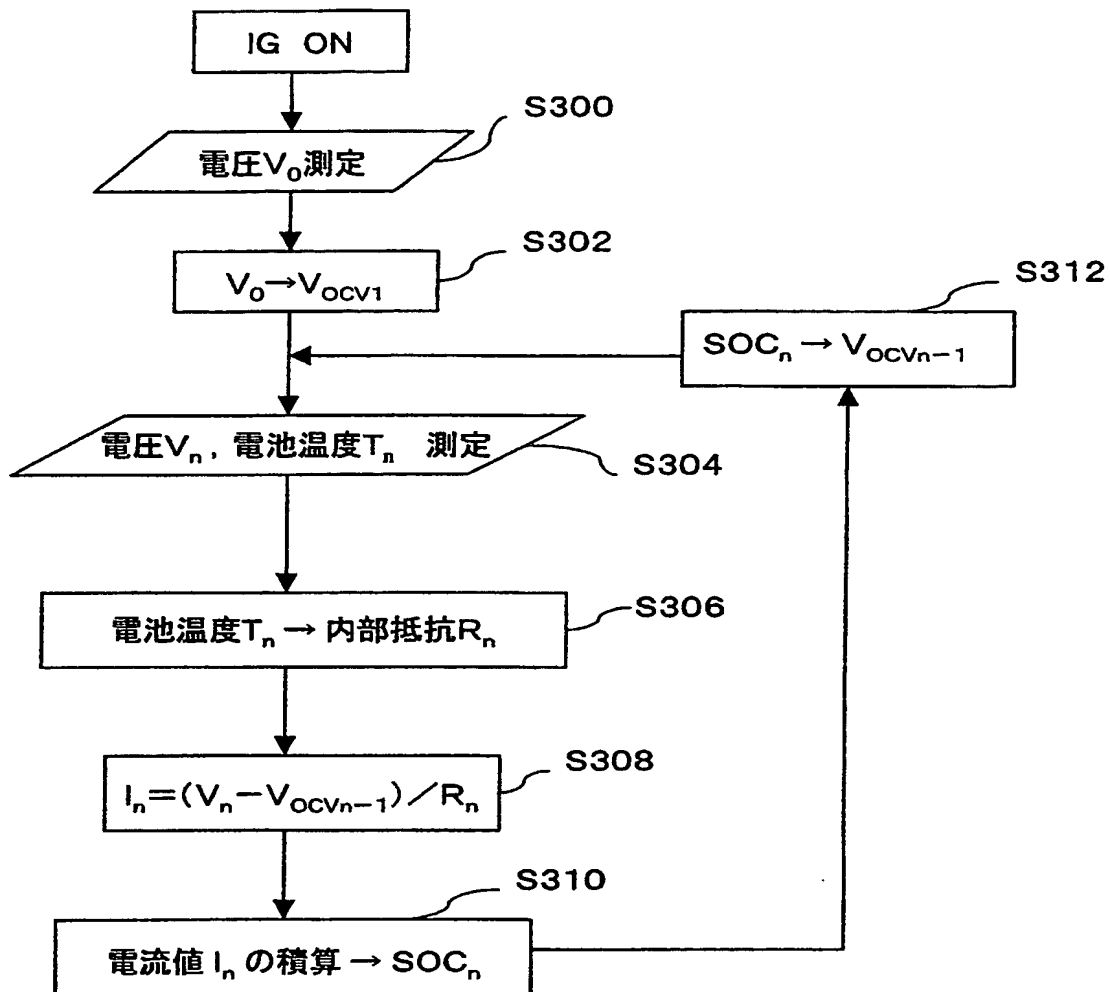
【図 4】



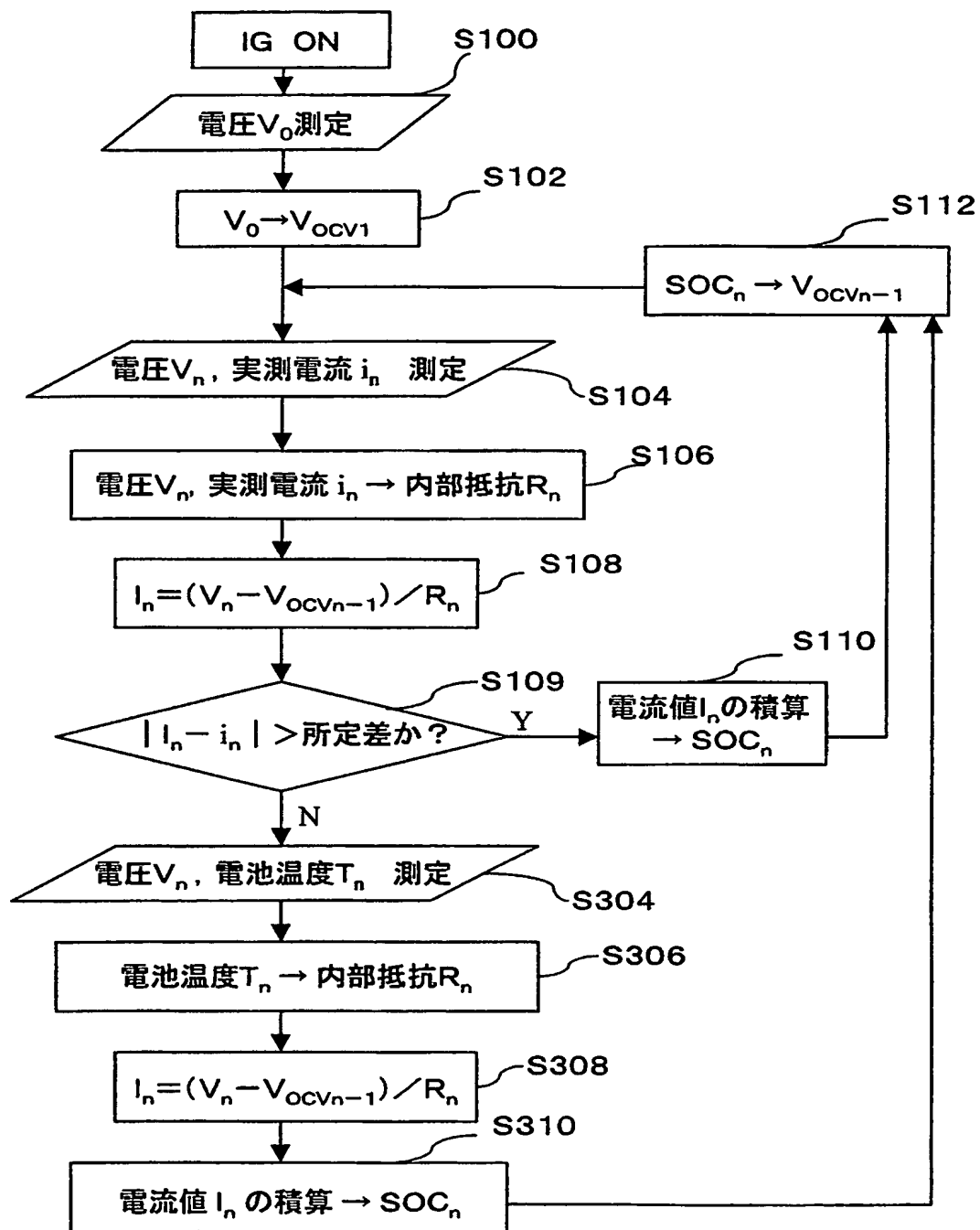
【図 5】



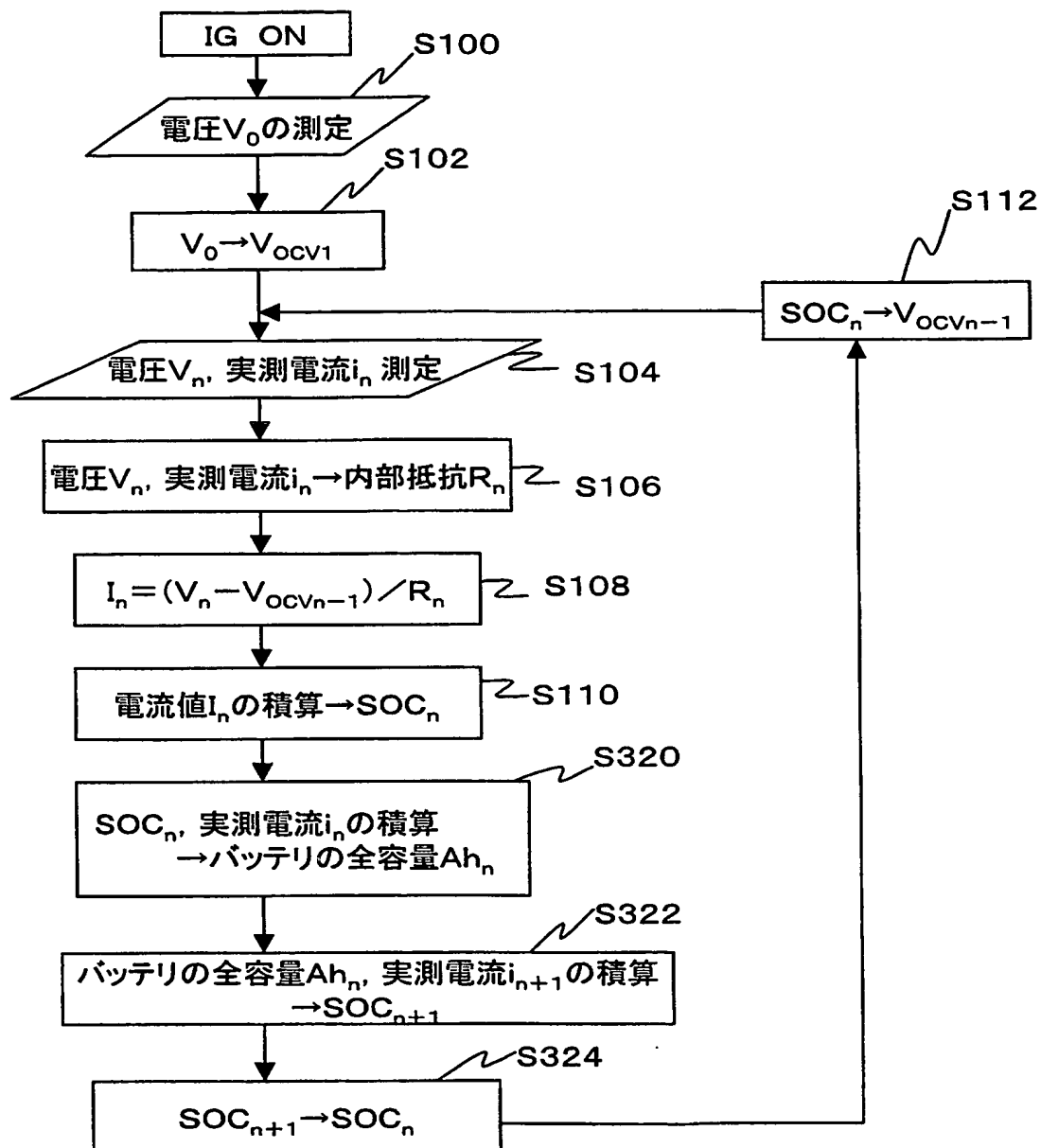
【図 6】



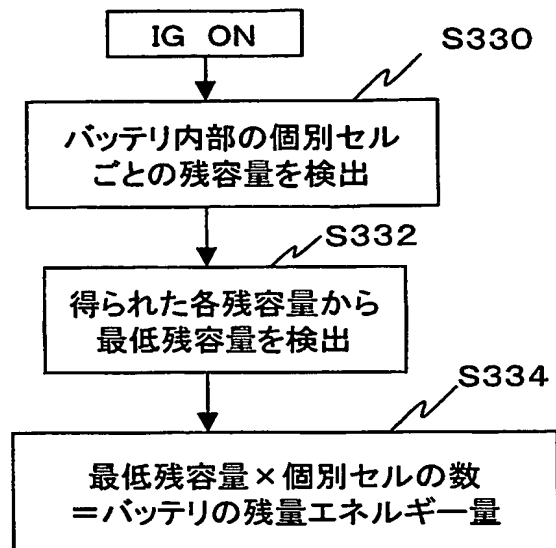
【図 7】



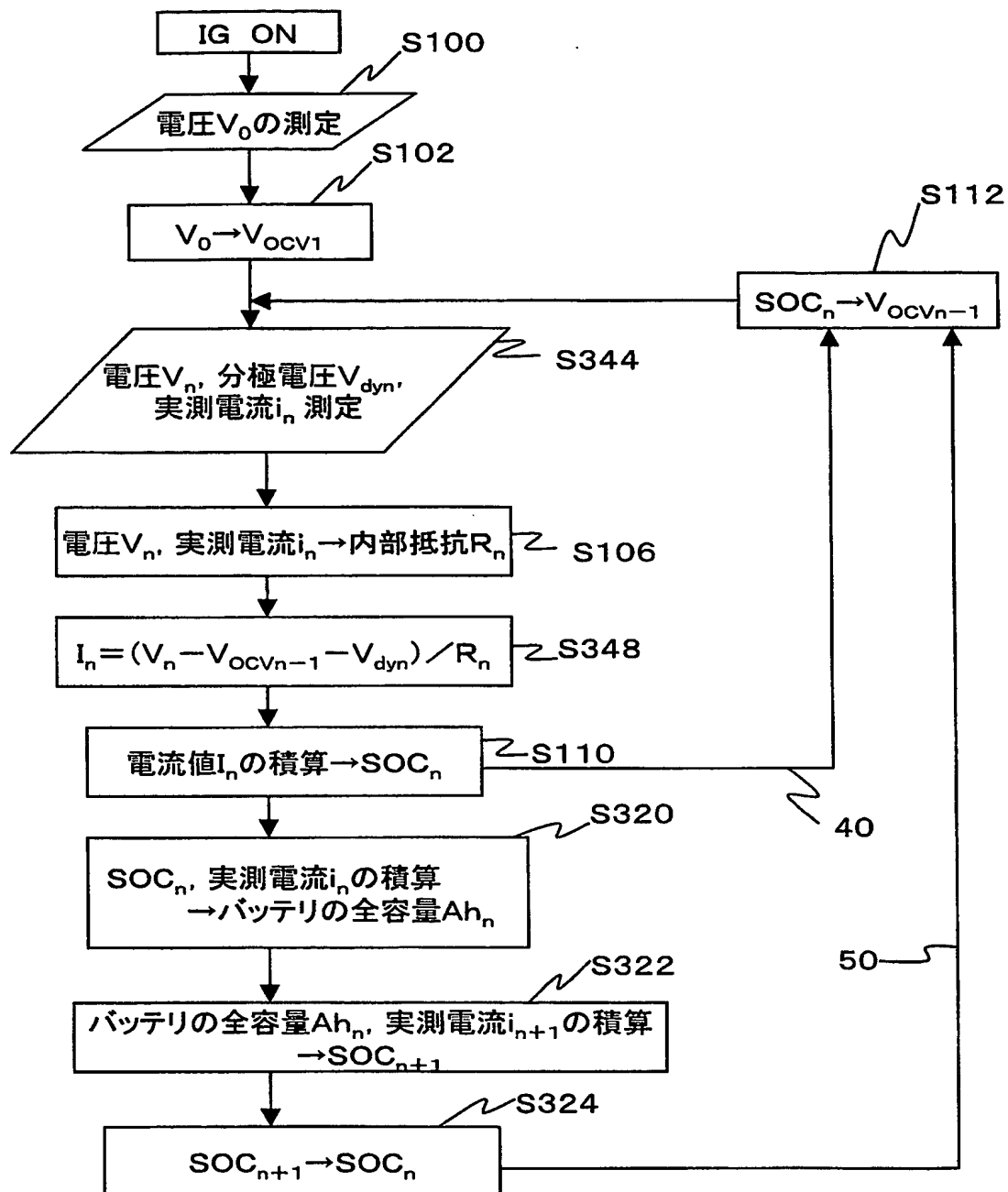
【図 8】



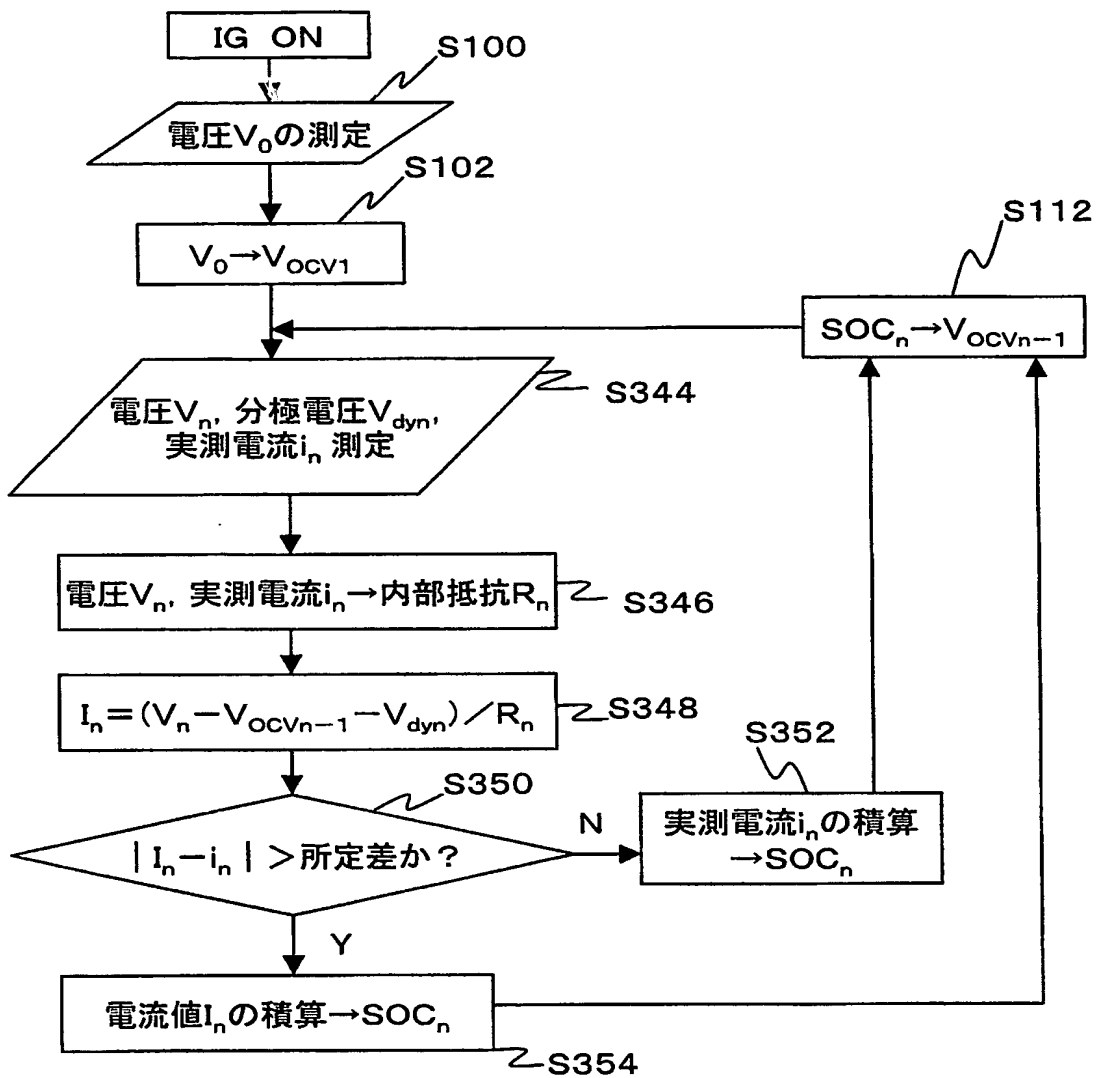
【図 9】



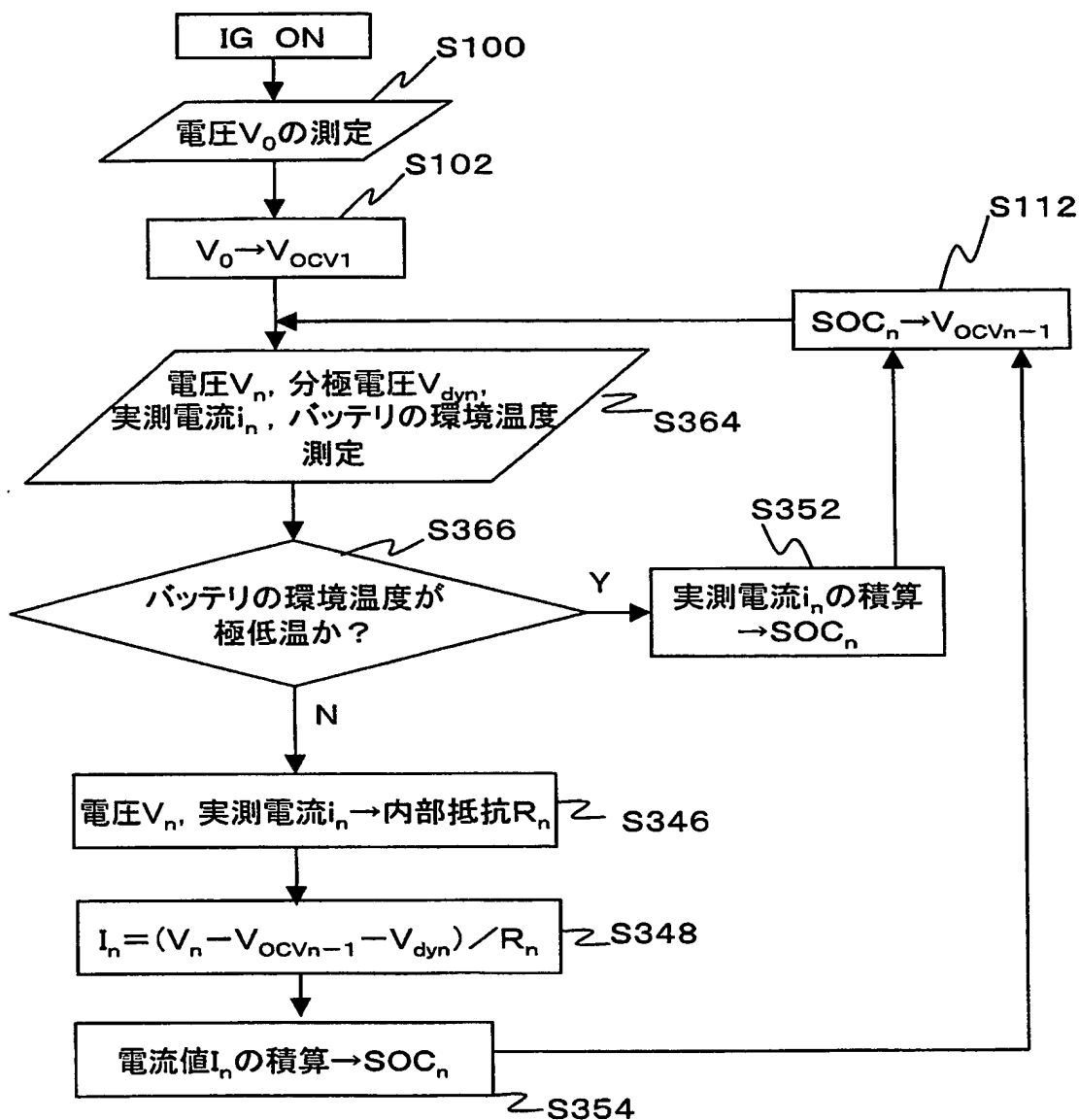
【図 10】



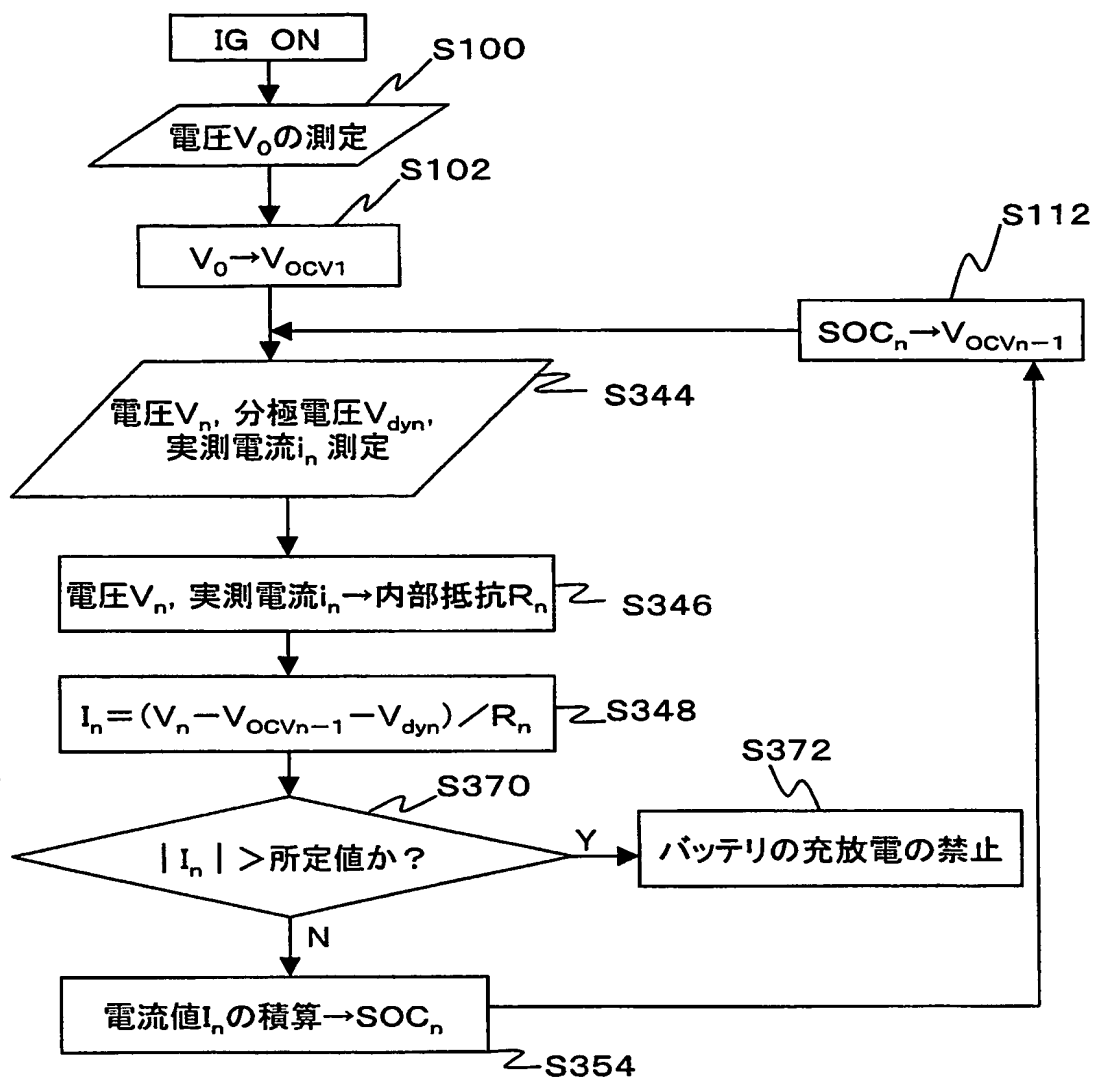
【図 11】



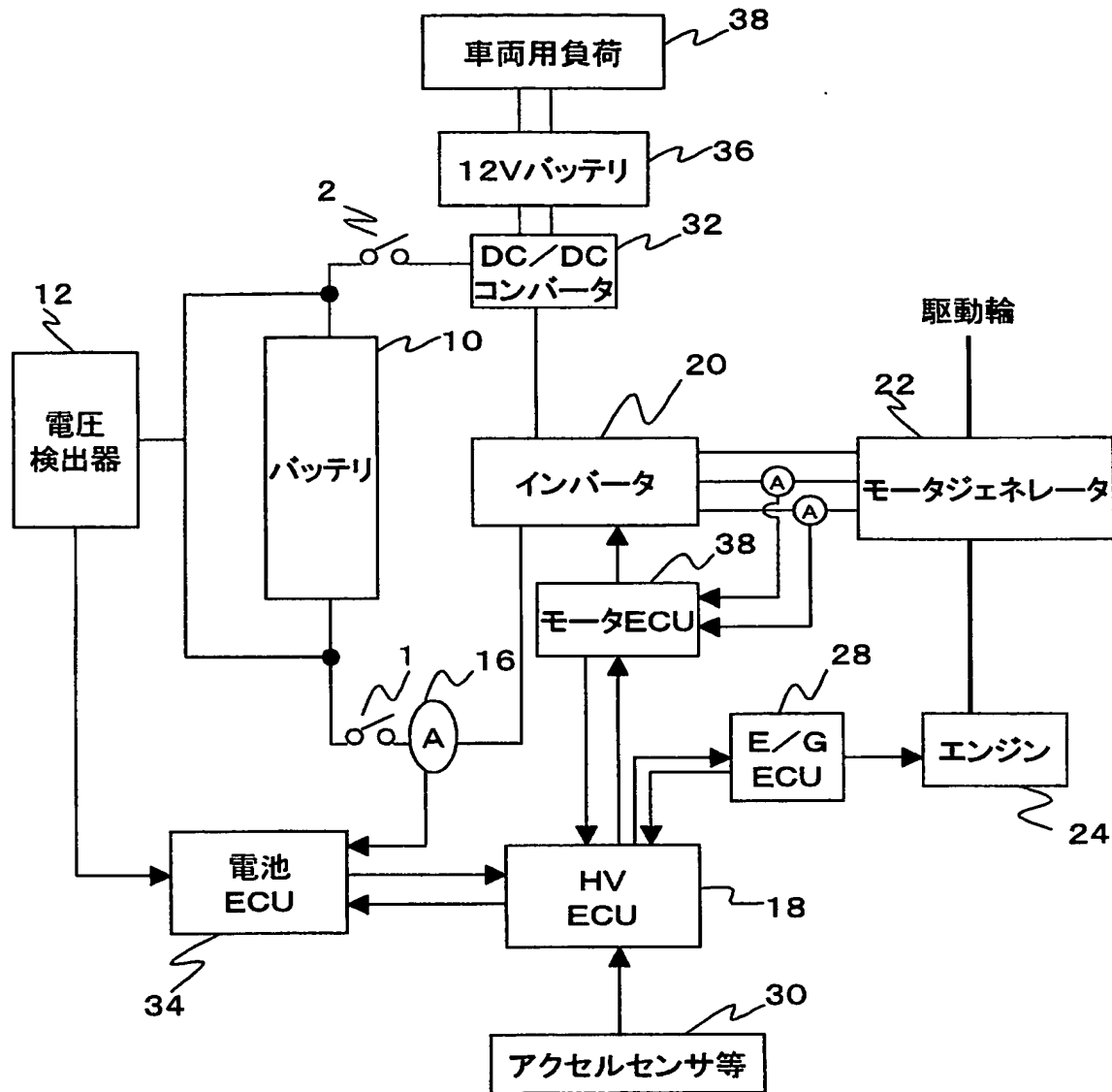
【図 12】



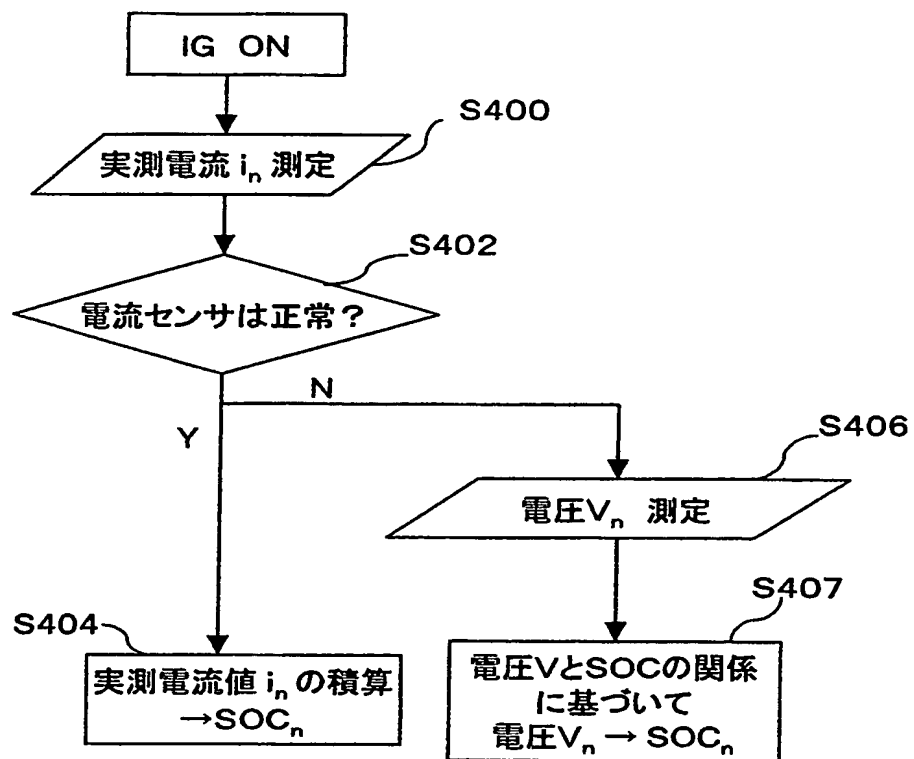
【図 13】



【図14】



【図 15】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 バッテリーの精度のよいSOC推定を行う。

【解決手段】 電池ECUは、電流センサにより検出したバッテリー電流を積算してSOCを推定し、充放電電流の変動が大きい場合、電圧検出器でバッテリー電圧 V_n が、温度計でバッテリー温度 T_n が測定され(S204)、SOC $_n$ の推定動作 $m < 10$ の場合、 m をインクリメントし(S208)、予め記憶されたバッテリー温度 T とバッテリー内部抵抗 R の相関マップを用い、測定されたバッテリー温度 T_n からバッテリー内部抵抗 R_n を推定する(S210)。次に実測のバッテリー電圧 V_n と前回推定の充電状態に基づき求められたバッテリーの開放電圧 V_{OCVn-1} と推定されたバッテリー内部抵抗 R_n とを用い推定充放電電流 I_n を求め(S212)、推定充放電電流 I_n を積算しSOC $_n$ を推定する(S214)。SOC $_n$ の推定動作 $m = 10$ の場合(S206)、推定動作 m を0にし(S220)、電流センサにより充放電電流 i_n を測定し(S222)、バッテリー電圧 V_n と充放電電流 i_n からバッテリー内部抵抗 R_n を演算し(S224)、バッテリー温度 T_n も測定し、上記 $T-R$ 相関マップを補正する(S226)。

【選択図】 図4

特願 2 0 0 3 - 1 1 2 3 8 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 3 2 0 7]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 7 日

[変更理由]

新規登録

住 所

愛知県豊田市トヨタ町1番地

氏 名

トヨタ自動車株式会社